

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

F9

(11)Publication number : 2003-307440

(43)Date of publication of application : 31.10.2003

(51)Int.Cl.

G01D 5/36

G01D 5/30

(21)Application number : 2003-014476

(71)Applicant : OMRON CORP

(22)Date of filing : 23.01.2003

(72)Inventor : IGUCHI YUJI  
TAKEDA IKUO  
YANAI HIROKAZU  
NAKAMURA ARATA

(30)Priority

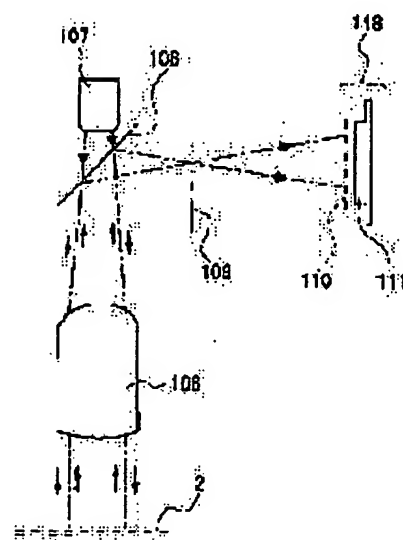
Priority number : 2002035139 Priority date : 13.02.2002 Priority country : JP

## (54) OPTICAL ENCODER

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an optical encoder capable of being manufactured at low costs without the need for high assembling accuracy.

SOLUTION: The optical encoder includes both a dial provided with graduation lines along a predetermined direction and an optical reader for optically reading the graduation lines on the dial and outputs corresponding electric signals from the optical reader associated with the relative movement between the dial and the optical reader. The optical reader comprises both an optical system for projecting light for irradiating the dial with light from a light source for projecting light and an optical system for receiving light for forming an image of light from the dial onto a light receiving part, and the optical system for receiving light is constituted of a telecentric optical system.



反射型光学読取装置の光学系全体を示す構成図

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

27.11.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

3743426

[Date of registration]

25.11.2005

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-307440

(P2003-307440A)

(43) 公開日 平成15年10月31日 (2003. 10. 31)

(51) IntCl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テームコード (参考)
G 0 1 D 5/36		G 0 1 D 5/36	T 2 F 1 0 3
5/30		5/30	F
			R

審査請求 未請求 請求項の数20 O L (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願2003-14476 (P2003-14476)

(22) 出願日 平成15年1月23日 (2003. 1. 23)

(31) 優先権主張番号 特願2002-35139 (P2002-35139)

(32) 優先日 平成14年2月13日 (2002. 2. 13)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000002945  
オムロン株式会社  
京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町  
801番地

(72) 発明者 井口 裕司  
京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町  
801番地 オムロン株式会社内

(72) 発明者 武田 郁夫  
京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町  
801番地 オムロン株式会社内

(74) 代理人 100098899  
弁理士 飯塚 信市

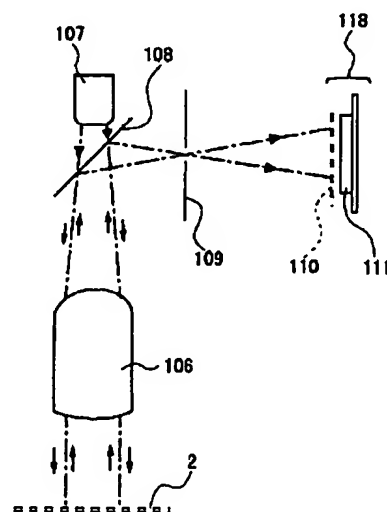
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光学式エンコーダ

## (57) 【要約】

【課題】 高い組付精度を不要として低コストに製作できるようにした光学式エンコーダを提供すること。

【解決手段】 所定方向に沿って目盛り線が刻まれた目盛り板と、目盛り板上の目盛り線を光学的に読み取る光学読取器とを含み、目盛り板と光学読取器との相対移動に伴って、光学読取器から対応する電気信号が出力されるようにした光学式エンコーダであって、光学読取器が、投光用光源からの光を目盛り板に照射する投光用光学系と、目盛り板からの光を受光部へと結像させる受光用光学系とを有し、かつ受光用光学系がテレセントリック光学系で構成される。



反射型光学読取器の光学系全体を示す構成図

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 所定方向に沿って目盛り線が刻まれた目盛り板と、目盛り板上の目盛り線を光学的に読み取る光学読取器とを含み、目盛り板と光学読取器との相対移動に伴って、光学読取器から対応する電気信号が出力されるようにした光学式エンコーダであって、

光学読取器が、投光用光源からの光を目盛り板に照射する投光用光学系と、目盛り板からの光を受光部へと結像させる受光用光学系とを有し、かつ受光用光学系がテレセントリック光学系で構成される、光学式エンコーダ。

【請求項 2】 目盛り板上の目盛り線が透光性を有し、かつ光学読取器が投光用光学系と受光用光学系とを目盛り板を挟んで同軸に対向配置してなる透過型光学読取器であり、

投光用光学系が、光源からの光を目盛り板の一方側の面に一群の目盛り線が含まれるようにスポット照射する投光側光源を含み、かつ受光用光学系が、目盛り板の他方側の面に透過する光を集光する受光側レンズと、受光側レンズ前方の焦点位置に配置されるピンホール板と、ピンホール板通過後の光線の結像位置に配置され一群の目盛り線像に対応する受光アレイパターンを有する受光部とを含む、請求項 1 に記載の光学式エンコーダ。

【請求項 3】 受光部が、一群の目盛り線像に対応するスリットパターンを有する遮光板と、遮光板の背後にあってスリットパターンを透過した光線を受光する受光素子とを含み、スリットパターンから受光素子を露出させることで受光アレイパターンが形成される、請求項 2 に記載の光学式エンコーダ。

【請求項 4】 目盛り板上の目盛り線が反射性を有し、かつ光学読取器が同軸落射型光学系を含む反射型光学読取器であり、

同軸落射型光学系が、投光用光源と、投光用光源からの光を平行光線として目盛り板に一群の目盛り線が含まれるようにスポット照射すると共に、目盛り板からの反射光を集光する投受光兼用の対物レンズと、投光用光源から対物レンズに向かう往路光と対物レンズから戻る復路光とを分離する光分離器と、光分離器を経由して分離された復路光の光路前方の対物レンズ焦点位置に配置されるピンホール板と、ピンホール板通過後の復路光の結像位置に配置され一群の目盛り線像に対応する受光アレイパターンを有する受光部とを含む、請求項 1 に記載の光学式エンコーダ。

【請求項 5】 受光部が、一群の目盛り線像に対応するスリットパターンを有する遮光板と、遮光板の背後にあってスリットパターンを透過した光線を受光する受光素子とを含み、スリットパターンから受光素子を露出させることで受光アレイパターンが形成される、請求項 4 に記載の光学式エンコーダ。

【請求項 6】 目盛り板上の目盛り線領域は鏡面とされかつ目盛り線と目盛り線との間領域は粗面とされてい

る、請求項 4 又は 5 に記載の光学式エンコーダ。

【請求項 7】 目盛り板と光学読取器とは相対的に直線運動可能に支持され、目盛り板上には移動直線に沿って目盛り線が刻まれている、請求項 1～6 のいずれかに記載の光学式エンコーダ。

【請求項 8】 目盛り板と光学読取器とは相対的に回転運動可能に支持され、目盛り板上には移動円周に沿って目盛り線が刻まれている、請求項 1～6 のいずれかに記載の光学式エンコーダ。

10 【請求項 9】 投光用光源と、投光用光源からの光を平行光として目盛り板に一群の目盛り線が含まれるようにスポット照射すると共に、目盛り板で反射した戻り光を投光用光源に向けて返す対物レンズと、投光用光源と対物レンズとの間にあって目盛り板で反射された戻り光を光源から対物レンズに向かう行き光から分離する光分離器と、光分離器で分離された戻り光の光軸前方焦点位置に配置されたピンホール板と、ピンホール板通過後の光線の結像位置に配置され一群の目盛り線像に対応する受光アレイパターンを有する受光部とを、投受光兼用窓を有するケース内に一体的に収容してなり、光学式エンコーダに組み込み可能とした反射型光学読取器モジュール。

【請求項 10】 受光部が、一群の目盛り線像に対応するスリットパターンを有する遮光板と、遮光板の背後にあってスリットパターンを透過した光線を受光する受光素子とを含み、スリットパターンから受光素子を露出させることで受光アレイパターンが形成される、請求項 9 に記載の反射型光学読取器モジュール。

30 【請求項 11】 目盛り板の一方側の面に一群の透光性目盛り線が含まれるようにスポット光を照射する投光用光源を含む投光用光学系と、目盛り板の他方側の面に透過する光を集光する受光側レンズと、受光側レンズの光軸前方の焦点位置に配置されるピンホール板と、ピンホール板通過後の光線の結像位置に配置され一群の目盛り線像に対応する受光アレイパターンを有する受光部とを含む受光側光学系とを、目盛り板が挿入される空隙部を挟んで投光用光学系収容部と受光用光学系収容部とが対向配置されるケース内に一体的に収容してなり、光学式エンコーダに組み込み可能とした透過型光学読取器モジュール。

40 【請求項 12】 受光部が、一群の目盛り線像に対応するスリットパターンを有する遮光板と、遮光板の背後にあってスリットパターンを透過した光線を受光する受光素子とを含み、スリットパターンから受光素子を露出させることで受光アレイパターンが形成される、請求項 11 に記載の透過型光学読取器モジュール。

50 【請求項 13】 透光性目盛り線が刻まれた目盛り板を透過する光を集光する受光側レンズと、受光側レンズの光軸前方の焦点位置に配置されるピンホール板と、ピンホール板通過後の光線の結像位置に配置され一群の目盛

り線像に対応する受光アレイパターンを有する受光部とを、受光用窓を有するケース内に一体的に收容してなり、光学式エンコーダに投光側光学系と共に組み込むことで、透過型読取器を構成可能とした受光側光学系モジュール。

【請求項14】 受光部が、一群の目盛り線像に対応するスリットパターンを有する遮光板と、遮光板の背後にあってスリットパターンを透過した光線を受光する受光素子とを含み、スリットパターンから受光素子を露出させることで受光アレイパターンが形成される、請求項13に記載の受光側光学系モジュール。

【請求項15】 受光部を構成する遮光板は受光素子から分離して着脱可能とされている、請求項10、12、又は14のいずれかに記載のモジュール。

【請求項16】 投受光兼用レンズを物体側テレセントリックレンズで構成してなる同軸落射型光学系を含む反射型光学読取器に適用されるエンコーダ用目盛り板であって、目盛り線が鏡面反射面とされかつ目盛り線間領域が粗面とされている、または、目盛り線が粗面、目盛り線間領域が鏡面反射面とされている、光学式エンコーダ用目盛り板。

【請求項17】 目盛り線が円に沿って刻まれている、請求項16に記載の光学式エンコーダの目盛り板。

【請求項18】 目盛り線が直線に沿って刻まれている、請求項16に記載の光学式エンコーダの目盛り板。

【請求項19】 テレセントリック光学系として1枚ものの非球面レンズが使用され、レンズの厚さ(T)と焦点距離(F)との間には、 $T > 1.2F$ の関係が規定されている、請求項2又は4に記載の光学式エンコーダ。

【請求項20】 テレセントリック光学系として1枚ものの非球面レンズが使用され、レンズの厚さ(T)とレンズと目盛り板との距離(S)との間には、 $1.2T > S > 0.8T$ の関係が規定されている、請求項2又は4に記載の光学式エンコーダ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、光学式エンコーダに係り、特に、テレセントリック光学系を採用することにより、高い組付精度を不要として低コスト製作を可能とした光学式エンコーダに関する。

【0002】

【従来の技術】周知の如く、この種の光学式エンコーダは、所定の移動方向に沿って目盛り線が刻まれた目盛り板と、目盛り板上の目盛り線を光学的に読み取る光学読取器とを含んでいる。検出対象物の動きと連動して、目盛り板と光学読取器とが相対移動すると、光学読取器からは対応する電気信号が出力される。

【0003】目盛り板の形態は、ロータリエンコーダの場合とリニアエンコーダの場合とでは相違する。ロータリエンコーダの場合、目盛り板としては回転ディスクが

採用され、目盛り板と光学読取器とは円周方向に相対移動可能に支持される。リニアエンコーダの場合、目盛り板としては細長い板（『スケール』等と呼ばれる）が使用され、目盛り板と光学読取器とは直線方向に相対移動可能に支持される。

【0004】目盛り板上に刻まれる目盛り線の有する意味は、インクリメント式エンコーダの場合とアブソリュート式エンコーダの場合とでは相違する。インクリメント式エンコーダの場合、目盛り板上には等ピッチで1若しくは2列以上に亘り目盛り線が刻まれる。目盛り板と光学読取器とが相対移動すると、光学読取器からは移動距離または回転角度に対応する個数の単相又は多相パルス列が出力される。一般的な例においては、光学読取器からは90°の位相差を有する2相パルス列が出力される。アブソリュート式エンコーダの場合、目盛り板上の各列にはその絶対位置を示す多ビットコードに相当する目盛り線が刻まれる。目盛り板と光学読取器とが相対移動すると、光学読取器からは移動位置または回転角を直接的に示す多ビットコードが出力される。一般的な例においては、目盛り板上に刻まれる多ビットコードとしてはグレイコードが採用される。

【0005】目盛り板上に目盛り線を刻む手法は、光学読取器の形式が透過式か反射式かにより相違する。光学読取器の形式が透過式の場合、金属等の遮光性板にスリットをエッチングによって抜いたり、遮光性被膜を有するガラス板にエッチング処理を行って線状透明部を出現させる等により、目盛り線が目盛り板に刻まれる。光学読取器の形式が反射式の場合、金属製被膜をガラス板に蒸着して鏡面反射部を形成し、その後エッチング処理を行って線状透明部を出現させたり、素材板表面にコントラストの高い印刷処理を行う等により、目盛り線が目盛り板に刻まれる。高精度の位置検出が要求される用途の場合、目盛り線の刻みピッチは数10μm～数100μmとなる。

【0006】光学読取器は、投光用光源からの光を目盛り板に照射する投光用光学系と、目盛板からの光を受光部へと結像させる受光用光学系とを有する。透過型光学読取器の場合、投光用光源を含む投光用光学系と受光部を含む受光用光学系とは目盛り板を挟んで対向配置される。反射型光学読取器の場合、投光用光源を含む投光用光学系と受光部を含む受光用光学系とは目盛り板の一方の側にまとめて配置される。

【0007】なお、目盛り板上の目盛り線ピッチと投光用光源となる半導体レーザの光波長との間に一定の相関のある高精細検出領域にあっては、回折干渉を利用した検出方式も採用される。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】この種の光学式エンコーダにおいて、高精度の位置計測を可能とするためには、目盛り板と光学読取器とが相対的に移動する過程に

において、受光用光学系を介して受光面上に常に明瞭な目盛り線像を結像させ続けなければならない。

【0009】しかし、透過型光学式エンコーダの受光用光学系としては比較的に被写界深度の浅いレンズが使用されるため、ロータリエンコーダにおいて過大な軸負荷がかかったり、回転ディスクがバタツキを起こして、目盛り板と光学読取器との距離が変動すると、直ちに、受光面上に結像される目盛り線像の明瞭度や大きさも変動して、光学読取器の出力信号中にノイズ成分が現れ、その結果、アブソリュート式又はインクリメント式のい

ずれを問わず、検出精度が低下する。  
【0010】また、透過型光学読取器を採用したインクリメント式エンコーダの場合、目盛り板上の隣接スリット（目盛り線）からの迷光の影響を排除するためには、目盛り板と遮光板との間隙を厳密に管理せねばならず、高い組付精度が必要となってコストアップが招来される。

【0011】図21は、従来用いられていた透過型ロータリエンコーダの構造を示す図であり、図22は図21中にて一点鎖線の円Yにより示される要部を説明の便宜上拡大したものである。それらの図において、802は発光ダイオード（LED）、801は発光ダイオード（LED）のケース、803は回転ディスク、804は遮光板、805は受光素子、806は受光素子を搭載するための基板、そして807はロータリエンコーダのケースをそれぞれ表している。

【0012】図22の拡大図にて示されるように、目盛り板（回転ディスク803）と遮光板804との間隙Cが極めて狭いため、上述するような問題に加えて、ロータリエンコーダの場合には、過大な軸負荷がかかって回転ディスク803が傾いたりすると、回転ディスク803が受光部（遮光板804及び受光素子805）に擦れて破損が生じてしまう。

【0013】一方、反射型光学読取器を採用したエンコーダとしては回折干渉反射型のリニアエンコーダが存在するが、その検出原理から目盛り線のピッチはレーザの波長との関係で細かくせざるを得ず、多様なピッチ（分解能）に対応できない。加えて、特殊なスケールが必要となり、汎用性に欠ける。

【0014】他方、投光用光軸と受光用光軸とを独立に有する反射型光学読取器を採用したエンコーダの場合には、それら2本の光軸は目盛り板の法線に対して対称的に傾斜するため、目盛り板のバタツキや傾きによる目盛り線像の明瞭度や大きさの変動が激しく、高精度検出用途には実用に供し得ない。

【0015】この発明は、上述の問題点に着目してなされたものであり、その目的とするところは、高い組付精度を不要として低コストに製作できるようにした光学式エンコーダを提供することにある。

【0016】この発明の他の目的とするところは、目盛

り板と光学読取器との距離が多少変動しても、光学読取器からの出力信号は安定に維持されるようにした光学式エンコーダを提供することにある。

【0017】この発明の他の目的とするところは、使用される目盛り板の目盛り線ピッチに合わせて僅かの部品を交換するだけで、様々な目盛り線ピッチを有する目盛り板に対応した反射型光学読取器を容易に実現できるようにした汎用性の高い反射型光学読取器モジュールを提供することにある。

【0018】この発明の他の目的とするところは、使用される目盛り板の目盛り線ピッチに合わせて僅かの部品を交換するだけで、様々な目盛り線ピッチを有する目盛り板に対応した透過型光学式読取器を容易に実現することができるようにした透過型光学読取器モジュールを提供することにある。

【0019】この発明の他の目的とするところは、上述の光学式エンコーダや反射型光学読取器モジュールに好適であり、高精細ピッチに容易に対応が可能な目盛り板を提供することにある。

【0020】この発明のさらに他の目的並びに作用効果については、以下の明細書の記載を参照することにより、当業者であれば容易に理解されるであろう。

【0021】

【課題を解決するための手段】この発明の光学式エンコーダは、所定方向に沿って目盛り線が刻まれた目盛り板と、目盛り板上の目盛り線を光学的に読み取る光学読取器とを含み、目盛り板と光学読取器との相対移動に伴って、光学読取器から対応する電気信号が出力される。光学読取器は、投光用光源からの光を目盛り板に照射する投光用光学系と、目盛り板からの光を受光部へと結像させる受光用光学系とを有する。さらに、本発明の要点であるが、受光用光学系がテレセントリック光学系で構成される。

【0022】斯かる構成は、透過型／反射型、ロータリ式／リニア式、インクリメント式／アブソリュート式の別を問わず、様々な形式の光学式エンコーダに適用が可能である。ここで、『テレセントリック光学系』とは、周知の如く、レンズの焦点位置にピンホール板を配置することにより、レンズに入射する平行光のみが結像に寄与するようにした光学系である。

【0023】以上の構成によれば、受光用光学系としてテレセントリック光学系が採用されているため、目盛り板と光学読取器との相対移動の過程で、例えばロータリエンコーダにおいて過大な軸負荷がかかったり、回転ディスクがバタツキを起こして、目盛り板と光学読取器との距離が多少変動したとしても、受光面上に結像される目盛り線像は常に一定の明瞭な状態に維持され、光学読取器から出力される電気信号にノイズ成分が含まれることがないため、この電気信号に基づいて信頼性の高い位置検出が可能となる。

【0024】本発明の光学式エンコーダは透過型として実施してもよい。その場合には、目盛り板上の目盛り線は透光性を有するものとされ、かつ光学読取器としては投光用光学系と受光用光学系とを目盛り板を挟んで同軸に対向配置してなる透過型光学読取器が採用される。また、投光用光学系には、光源からの光を目盛り板の一方側の面に一群の目盛り線が含まれるようにスポット照射する投光側光源が含まれる。さらに、受光用光学系には、目盛り板の他方側の面に透過する光を集光する受光側レンズと、受光側レンズ前方の焦点位置に配置されるピンホール板と、ピンホール板通過後の光線の結像位置に配置され一群の目盛り線像に対応する受光アレイパターンを有する受光部とが含まれる。ここで、『受光アレイパターン』とは、よく知られているように、微小な線状受光領域を、目盛り板上の目盛り線配列に整合するように、複数個一連に配列してなるパターンのことである。

【0025】このような構成によれば、受光用光学系には、目盛り板の他方側の面に透過する光を集光する受光側レンズと、受光側レンズ前方の焦点位置に配置されるピンホール板とからなるテレセントリック光学系が組み込まれているため、目盛り板と光学読取器との相対移動の過程で、例えばロータリエンコーダにおいて過大な軸負荷がかかったり、回転ディスクがバタツキを起こして、目盛り板と光学読取器との距離が多少変動したとしても、先に述べたテレセントリック光学系の作用により、信頼性の高い位置検出が可能となる。また、上記ピンホール板はモジュールケースとは別部材で構成し組み込んでも、モジュールケースの一部として一体化させて構成しても、どちらでもよい。

【0026】加えて、目盛り板を透過する光線のうちで、光軸と平行でない迷光成分についてはテレセントリック光学系の作用によって受光面への結像には寄与しなくなるため、受光用光学系と目盛り板との間隙を厳密に管理せずとも、迷光が出力電気信号に与える影響を排除することができる。その結果、製造に当たっての組付精度の要求が緩和されることにより、その分だけコストダウンが可能となる。

【0027】上記の透過型光学式エンコーダにおいては、受光部が、一群の目盛り線像に対応するスリットパターンを有する遮光板と、遮光板の背後にあってスリットパターンを透過した光線を受光する受光素子とを含み、スリットパターンから受光素子を露出させることで受光アレイパターンが形成されるようにしてもよい。

【0028】このような構成によれば、製品毎に目盛り板上の目盛り線パターンが異なるような場合にも、各目盛り板の目盛り線パターンに合致したスリットパターンを有する遮光板を用意すれば、遮光板を取り替えるだけで、様々な製品仕様に対応することができ、部品点数の減少により一層のコストダウンが可能となる。

【0029】本発明の光学式エンコーダは反射型として実施してもよい。その場合には、目盛り板上の目盛り線は反射性を有するものとされ、かつ光学読取器としては同軸落射型光学系を含む反射型光学読取器が採用される。また、同軸落射型光学系には、投光用光源と、投光用光源からの光を平行光線として目盛り板に一群の目盛り線が含まれるようにスポット照射すると共に、目盛り板からの反射光を集光する投受光兼用の対物レンズと、投光用光源から対物レンズに向かう往路光と対物レンズから戻る復路光とを分離する光分離器と、光分離器を経由して分離された復路光の光路前方の対物レンズ焦点位置に配置されるピンホール板と、ピンホール板通過後の復路光の結像位置に配置され一群の目盛り線像に対応する受光アレイパターンを有する受光部とが含まれる。

【0030】このような構成によれば、同軸落射型光学系には、投光用光源からの光を平行光線として目盛り板に一群の目盛り線が含まれるようにスポット照射すると共に、目盛り板からの反射光を集光する投受光兼用の対物レンズと、投光用光源から対物レンズに向かう往路光と対物レンズから戻る復路光とを分離する光分離器と、光分離器を経由して分離された復路光の光路前方の対物レンズ焦点位置に配置されるピンホール板とからなるテレセントリック光学系が組み込まれているため、目盛り板と光学読取器との相対移動の過程で、例えばロータリエンコーダにおいて過大な軸負荷がかかったり、回転ディスクがバタツキを起こして、目盛り板と光学読取器との距離が多少変動したとしても、先に述べたテレセントリック光学系の作用により、信頼性の高い位置検出が可能となる。また、上記ピンホール板はモジュールケースとは別部材で構成し組み込んでも、モジュールケースの一部として一体化させて構成しても、どちらでもよい。

【0031】加えて、目盛り板から反射する光線のうちで、光軸と平行でない迷光成分についてはテレセントリック光学系の作用によって受光面への結像には寄与しなくなるため、反射型光学読取器と目盛り板との間隙を厳密に管理せずとも、迷光が出力電気信号に与える影響を排除することができる。その結果、製造に当たっての組付精度の要求が緩和されることにより、その分だけコストダウンが可能となる。また、投光用光源についても、平行光を発することが不要となる。従って、従来の透過型エンコーダで必要であった点光源LED、レンズ付きLED、或いはレーザーダイオード(LD)と言った高価な発光部品を使用せずとも、普通のLEDの使用が可能となり、この点からもコストダウンが可能となる。さらに、投受光兼用の対物レンズ並びに光分離器(ハーフミラー等)による光軸折曲構造を採用したことにより、光学読取器の小型化を実現することができる。

【0032】上記の反射型光学式エンコーダにおいても、受光部が、一群の目盛り線像に対応するスリットパターンを有する遮光板と、遮光板の背後にあってスリッ

トパターンを透過した光線を受光する受光素子とを含み、スリットパターンから受光素子を露出させることで受光アレイパターンが形成されるようにしてもよい。

【0033】このような構成によれば、製品毎に目盛り板上の目盛り線パターンが異なるような場合にも、各目盛り板の目盛り線パターンに合致したスリットパターンを有する遮光板を用意すれば、遮光板を取り替えるだけで、様々な製品仕様に対応することができ、部品点数の減少により一層のコストダウンが可能となる。

【0034】上記の反射型光学式エンコーダにおいては、目盛り板上の目盛り線領域は鏡面とされかつ目盛り線と目盛り線との間領域は粗面としてもよい。

【0035】このような構成によれば、同軸落射型光学系を採用した光学読取器に適用した場合、テレセントリック光学系の作用により、目盛り板の鏡面部分で正反射した反射光以外は、受光面への結像には寄与しないため、目盛り板上の粗面部分と鏡面部分とに対応して、極めて明瞭な目盛り線像を受光面に結像させることができる。目盛り板の素材として薄い金属板を使用するような場合、その表面を鏡面部分を残して選択的にエッチングで粗面化することで、さほど素材板の強度を損ねることなく、所望の目盛り線パターンを形成することができる。そのため、この鏡面と粗面との組み合わせによる目盛り板によれば、従前の打ち抜き加工による目盛り板の場合に比べてより精細な目盛り線ピッチへの対応が可能となる利点がある。

【0036】尚、上記目盛り板に鏡面部分と粗面部分を形成するにあたり、上述したように鏡面金属板の表面にエッチングを行うことにより粗面部分を形成してもよいし、鏡面金属板をレーザハーフ加工することにより粗面部分を形成してもよい。

【0037】上記の透過型又は反射型光学式エンコーダにおいては、目盛り板と光学読取器とが相対的に直線運動可能に支持される、ようにしてもよい。このような構成によれば、小型、高精度、高信頼性を有するリニアエンコーダを低コストに実現することができる。

【0038】上記の透過型又は反射型光学式エンコーダにおいては、目盛り板と光学読取器とが相対的に回転運動可能に支持される、ようにしてもよい。このような構成によれば、小型、高精度、高信頼性を有するロータリエンコーダを低コストに実現することができる。

【0039】上述の反射型光学式エンコーダを構成する反射型光学読取器はモジュール化して汎用部品とすることができる。すなわち、本発明の反射型光学読取器モジュールは、投光用光源と、投光用光源からの光を平行光として目盛り板に一群の目盛り線が含まれるようにスポット照射すると共に、目盛り板で反射した戻り光を投光用光源に向けて返す対物レンズと、投光用光源と対物レンズとの間にあって目盛り板で反射された戻り光を光源から対物レンズに向かう行き光から分離する光分離器

と、光分離器で分離された戻り光の光軸前方焦点位置に配置されたピンホール板と、ピンホール板通過後の光線の結像位置に配置され一群の目盛り線像に対応する受光アレイパターンを有する受光部とを、投受光兼用窓を有するケース内に一体的に収容してなり、光学式エンコーダに組み込み可能とされる。

【0040】このような構成によれば、ケース内において各光学部品が所定位置に位置決めされていれば、ケースと回転ディスクやスケールとの位置決めは比較的ラフでよいから、反射型光学読取器モジュールをケースごと取り付けただけで、所望の反射型光学式エンコーダを容易かつ迅速に製作することができる。

【0041】上記の反射型光学読取器モジュールにおいては、受光部が、一群の目盛り線像に対応するスリットパターンを有する遮光板と、遮光板の背後にあってスリットパターンを透過した光線を受光する受光素子とを含み、スリットパターンから受光素子を露出させることで受光アレイパターンが形成される、ようにしてもよい。

【0042】このような構成によれば、投光用光源、対物レンズ、光分離器、ピンホール板、受光素子等は共通のままで、遮光板を対応するスリットパターンを有するものに変更するだけで、様々な精度、検出レンジ、サイズを有する反射型光学式エンコーダへの対応が可能となる。

【0043】上述の透過型光学式エンコーダを構成する透過型光学読取器はモジュール化して汎用部品とすることができる。すなわち、本発明の透過型光学読取器モジュールは、投光用光源と、投光用光源からの光を目盛り板の一方側の面に一群の透光性目盛り線が含まれるようにスポット照射する投光側レンズとを含む投光用光学系と、目盛り板の他方側の面に透過する光を集光する受光側レンズと、受光側レンズの光軸前方の焦点位置に配置されるピンホール板と、ピンホール板通過後の光線の結像位置に配置され一群の目盛り線像に対応する受光アレイパターンを有する受光部とを含む受光側光学系とを、目盛り板が挿入される空隙部を挟んで投光用光学系収容部と受光用光学系収容部とが対向配置されるケース内に一体的に収容してなり、光学式エンコーダに組み込み可能とされる。

【0044】このような構成によれば、ケース内において各光学部品が所定位置に位置決めされていれば、ケースと回転ディスクやスケールとの位置決めは比較的ラフでよいから、透過型光学読取器モジュールをケースごと取り付けただけで、所望の透過型光学式エンコーダを容易かつ迅速に製作することができる。

【0045】上記の透過型光学読取器モジュールにおいては、受光部が、一群の目盛り線像に対応するスリットパターンを有する遮光板と、遮光板の背後にあってスリットパターンを透過した光線を受光する受光素子とを含み、スリットパターンから受光素子を露出させることで



受光アレイパターンが形成される、ようにしてもよい。

【0046】このような構成によれば、投光用光源、受光側レンズ、ピンホール板、受光素子等は共通のままで、遮光板を対応するスリットパターンを有するものに変更するだけで、様々な精度、検出レンジ、サイズを有する透過型光学式エンコーダへの対応が可能となる。

【0047】上述の透過型光学式エンコーダを構成する透過型光学読取器は受光側光学系のみをモジュール化して汎用部品とすることもできる。すなわち、本発明の受光側光学系モジュールは、透光性目盛り線が刻まれた目盛り板を透過する光を集光する受光側レンズと、受光側レンズの光軸前方の焦点位置に配置されるピンホール板と、ピンホール板通過後の光線の結像位置に配置され一群の目盛り線像に対応する受光アレイパターンを有する受光部とを、受光用窓を有するケース内に一体的に収容してなり、光学式エンコーダに投光側光学系と共に組み込むことで、透過型読取器を構成可能とされる。

【0048】このような構成によれば、ケース内において各光学部品が所定位置に位置決めされていれば、ケースと回転ディスクやスケールとの位置決め、並びに、ケースと投光側光学系との位置決めは比較的ラフでよい。そのため、受光側光学系モジュールをケースごとに取り付け、併せて投光側光学系を組み合わせるだけで、所望の透過型光学式エンコーダを容易かつ迅速に製作することができる。

【0049】上記の受光側光学系モジュールにおいても、受光部が、一群の目盛り線像に対応するスリットパターンを有する遮光板と、遮光板の背後にあってスリットパターンを透過した光線を受光する受光素子とを含み、スリットパターンから受光素子を露出させることで受光アレイパターンが形成される、ようにしてもよい。このとき、上述の各モジュールにおいて、受光部を構成する遮光板を受光素子から分離して着脱可能とすれば、汎用性並びに組立容易性が向上する。

【0050】本発明の光学式エンコーダ用目盛り板は、投受光兼用レンズを物体側テレセントリックレンズで構成してなる同軸落射型光学系を含む反射型光学読取器に適用されるエンコーダ用目盛り板であって、目盛り線が鏡面反射面とされかつ目盛り線間領域が粗面とされている、または、目盛り線が粗面とされかつ目盛り線間領域が鏡面反射面とされている。

【0051】このような構成によれば、同軸落射型光学系を採用した光学読取器に適用した場合、テレセントリック光学系の作用により、目盛り板の鏡面部分で正反射した反射光以外は、受光面への結像には寄与しないため、目盛り板上の粗面部分と鏡面部分とに対応して、極めて明瞭な目盛り線像を受光面に結像させることができる。目盛り板の素材として薄い金属板を使用するような場合、その表面を鏡面部分を残して選択的にエッチングで粗面化することで、さほど素材板の強度を損ねること

なく、所望の目盛り線パターンを形成することができる。そのため、この鏡面と粗面との組み合わせによる目盛り板によれば、素材板の強度を損ねることなくより精細な目盛り線ピッチへの対応が可能となる利点がある。

【0052】上記の光学式エンコーダ用目盛り板において、目盛り線が円に沿って刻まれるようにすれば、ロータリエンコーダに好適である。また、上記の光学式エンコーダ用目盛り板において、目盛り線が直線に沿って刻まれるようにすれば、リニアエンコーダに好適である。

【0053】光学式エンコーダにおいて、テレセントリック光学系として1枚ものの非球面レンズが使用され、レンズの厚さ(T)と焦点距離(F)との間には、 $T > 1.2F$ の関係が規定されているようにすれば、受光面上に結像される目盛り線パターンの鮮明度が良好となる。

【0054】光学式エンコーダにおいて、テレセントリック光学系として1枚ものの非球面レンズが使用され、レンズの厚さ(T)とレンズと目盛り板との距離(S)との関係には、 $1.2T > S > 0.8T$ の間が規定されているようにすれば、受光面上に結像される目盛り線パターンの鮮明度が良好となる。

【0055】

【発明の実施の形態】以下に、本発明に係る光学式エンコーダの好適な実施の一形態を添付図面を参照して詳細に説明する。

【0056】先に述べたように、本発明の光学式エンコーダは、所定方向に沿って目盛り線が刻まれた目盛り板と、目盛り板上の目盛り線を光学的に読み取る光学読取器とを有する。目盛り板と光学読取器とが相対的に移動すると、光学読取器からは対応する電気信号が出力される。光学読取器は、投光用光源からの光を目盛り板に照射する投光用光学系と、目盛り板からの光を受光部へと結像させる受光用光学系とを含んでいる。加えて、重要な点であるが、受光用光学系にはテレセントリック光学系が採用される。

【0057】光学読取器としては、透過型のものと反射型のものとが存在する。特に、この実施形態にあっては、光学読取器を構成する各種の光学部品等を一体的にケースに組み込んだ光学読取器モジュールが採用される。後述するように、この光学読取器モジュールは、僅かな部品を交換するだけで、様々な製品仕様を有する光学式エンコーダに共用可能とされている。

【0058】光学読取器モジュールの一例である反射型光学読取器モジュール1の外観斜視図が図1に示されている。同図に示されるように、反射型光学読取器モジュール1は合成樹脂製のモジュールケース101を有する。モジュールケース101の外形は略矩形とされ、その左右両側面101a、101bにはネジ孔103a、103bを有する鈎状の取付用ブラケット102a、102bが一体的に形成されている。モジュールケース1

13

01の目盛り板と対向する先端面101cには、投受光兼用窓104が明けられており、この投受光兼用窓104からはモジュールケース101に内蔵された後述する対物レンズ106が臨んでいる。なお、矩形の窪み105は樹脂成型品のヒケ止めの肉盛り部である。

【0059】反射型光学読取器モジュール1の構造を示す説明図が図2に示されている。なお、同図(a)は正面図、同図(b)は同図(a)におけるA-A線断面図、同図(c)は平面図である。

【0060】主として図2(b)に示されるように、反射型光学読取器モジュール1のモジュールケース101内には、光学読取器として機能する同軸落射型光学系の各構成部品が組み込まれている。すなわち、モジュールケース101の内部には、モジュールケース101を前後方向(図中上下方向)に貫通する空所が形成され、この空所は前部室113と中間部室114と後部室115とに分割されている。そして、前部室113には対物レンズ106が、中間部室114には光分離器として機能するハーフミラー108が、後部室115には投光用光源として機能する発光ダイオード(LED)107がそれぞれ所定の姿勢で収容されている。また、中間部室114の側方には、モジュールケース101側面に抜ける別の空所が形成され、この空所は内側室116と外側室117とに分割されている。中間部室114と側方通路上の内側室116との境界部分には、中央にピンホールを有するピンホール板109が配置され、さらに外側室117には受光部を構成する遮光板110と受光素子であるフォトダイオード(PD)111との重ね合せ体が収容される。なお、図において、符号107aが付されているのは発光ダイオード107を搭載する基板、符号111aが付されているのは受光素子111を搭載する基板である。

【0061】対物レンズ106はこの例では合成樹脂にて製作された一枚ものの非球面レンズが使用され、前部室113内に圧入、接着等の手法にて固定される。投光用光源として機能する発光ダイオード107としては、レンズ付き等ではない安価な普通の発光ダイオードを使用することができる。この発光ダイオード107は、後部室115内に挿入された状態で基板107aを介してモジュールケース101に固定される。中間部室114内に収容されたハーフミラー108は、発光ダイオード107から対物レンズ106へ向かう光は通過させるものの、対物レンズ106から発光ダイオード107へと戻る光については反射する性質を有する。このハーフミラー108の反射面は、発光ダイオード107と対物レンズ106とを結ぶ光軸に対して45度の傾きを有している。ピンホール板109は、対物レンズ106の焦点位置に配置されている。そのため、対物レンズ106に入射する光線のうちで、対物レンズ106の光軸に対して平行な成分のみが、ピンホール板109のピンホール

14

を通過することができる。換言すれば、対物レンズ106に入射する光のうちで、その光軸に対して傾斜した成分については、ピンホール板109のピンホールを通過できないから、受光面上への結像には寄与しない。遮光板110には、スリット列パターンが形成されている。このスリット列パターンのスリットピッチは、図示しない目盛り板上の目盛り線配列パターンにおける目盛り線ピッチに対応する。遮光板110の背後に位置する受光素子111の受光面は、遮光板110のスリット列パターンに対応して露出されるから、これにより受光部を構成する受光アレイパターンが具現化される。受光素子111の受光面は遮光板110の背面と対面した状態で外側室117に収容され、基板111aを介してケース101に固定される。受光素子搭載基板111aとケース101との固定は、この例では、基板111aに明けられた嵌合孔にケース側の突起112a、112bを嵌入することで行われる。

【0062】このような構成であるから、上述の反射型光学読取器モジュール1によれば、任意の目盛り線ピッチを有する目盛り板に対しては、基板111aごと受光素子111を取り除いたのち、外側室117から遮光板110を取り出して、これに対応するスリットピッチを有するものと交換するだけで対応することができるから、様々な製品仕様を有する光学式エンコーダに対して、殆どの部品を共用してコストダウンを図ることができる。

【0063】上述の反射型光学読取器モジュール1において、ピンホール板109はモジュールケース101とは別体として構成され反射型光学読取器モジュール内に組み込まれているが、本発明の反射型光学読取器モジュールの他の実施形態として、ピンホール板109をモジュールケース101の一部として一体化させて構成してもよい。その実施例が図3に示されている。尚、同図において、反射型光学読取器モジュールの構成要素は図2(b)とほぼ同じであるため、同じ符号を用いて説明は省略する。図3にて示される反射型光学読取器モジュール1と図2(b)における反射型光学読取器モジュール1との違いは、ピンホール119がモジュールケース101の一部として一体化されて構成されていることである。

【0064】次に、上記反射型光学読取器モジュール1の光学系全体のみを取り出して示す構成図が図4に示されている。同図に示されるように、この反射型光学読取器は同軸落射型光学系を含んでいる。この同軸落射型光学系は、投光用光源として機能する発光ダイオード107と、発光ダイオード107からの光を平行光線として目盛り板2に一群の目盛り線が含まれるようにスポット照射すると共に、目盛り板2からの反射光を集光する投受光兼用の対物レンズ106と、発光ダイオード107から対物レンズ106に向かう往路光と対物レンズ10

6から戻る復路光とを分離する光分離器として機能するハーフミラー108と、ハーフミラー108を経由して分離された復路光の光路前方の対物レンズ焦点位置に配置されるピンホール板109と、ピンホール板通過後の復路光の結像位置に配置され一群の目盛り線像に対応する受光アレイパターンを有する受光部118とを含んでいる。ここで、先に述べたように、受光部118は、一群の目盛り線像に対応するスリット列パターンを有する遮光板110と、遮光板110の背後にあってスリットパターンを透過した光線を受光する受光素子111とを含んでいる。スリットパターンから受光素子111を露出させることで受光アレイパターンが形成される。なお、受光アレイパターンは、微小な受光素子を複数個基板上に配列しても形成することができる。

【0065】尚、上述した図4にて示される反射型光学読取器の光学系において、図示しないが、発光ダイオード107と、ピンホール板109及び受光部118との位置関係を入れ替えて設置することも可能である。そのような構成にしても、光分離器としてのハーフミラー108の周知の特性により、発光ダイオード107から対物レンズ106に向かう往路光を反射させ対物レンズに照射し、対物レンズ106から戻る復路光を通過させピンホール板109を介して受光部118に結像させ、同様の結果を得ることが可能である。

【0066】周知の如く、目盛り板2の具体的な形態は、ロータリエンコーダカリニアエンコーダにより相違する。目盛り板2の構成を示す説明図が図14に示されている。同図(a)に示されるように、ロータリエンコーダに使用される回転ディスク2aの場合、目盛り線は1列若しくは2列以上に亘り、同心円に沿って放射状に配列される。同図(b)に示されるように、リニアエンコーダに使用されるスケール2bの場合、目盛り線は1列若しくは2列以上に亘り、直線に沿って平行に配列される。

【0067】なお、先に説明したように、目盛り板上に目盛り線を刻む手法は、光学読取器の形式が透過式か反射式かにより相違する。光学読取器の形式が透過式の場合、金属等の遮光性板にスリットを打ち抜いたり、遮光性被膜を有するガラス板にエッチング処理を行って線状透明部を出現させる等により、目盛り線が目盛り板に刻まれる。光学読取器の形式が反射式の場合、金属製被膜をガラス板に蒸着して鏡面反射部を形成し、その後エッチング処理を行って線状透明部を出現させたり、素材板表面にコントラストの高い印刷処理を行う等により、目盛り線が目盛り板に刻まれる。高精度の位置検出が要求される用途の場合、目盛り線の刻みピッチは数10 $\mu$ m～数100 $\mu$ mとなる。

【0068】本発明者等は、テレセントリック式光学系を採用した反射型光学読取器に好適な反射読取用の目盛り板を開発した。図14(c)に示されるように、この

目盛り板8にあっては、目盛り線領域8aの表面は鏡面とされ、投光用光源からの光を正反射する。一方、相隣接する目盛り線領域8aと目盛り線領域8aとの中間領域8bは粗面とされ、投光用光源からの光を乱反射する。目盛り板8の素材としては、表面が鏡面状態とされた金属薄板が使用され、その表面を目盛り線領域8aを残して選択的にエッチング加工することにより粗面化させる。

【0069】このような構造の目盛り板8によれば、垂直に照射される光は目盛り線領域8aからは正反射して光軸に平行な光線として戻されるので、テレセントリック光学系の作用により、受光面への結像に寄与する。これに対して、目盛り線間領域8bから戻される光は、乱反射により光軸に平行な成分は極めて少ないので、テレセントリック光学系の作用により、受光面への結像には殆ど寄与しない。その結果、反射型光学読取器モジュール1と目盛り板8との距離変動に拘わらず、受光面上には、常に明瞭な目盛り線像が結像され、これにより信頼性の高い電気信号が得られる。加えて、この目盛り板8によれば、素材板の強度を大きく損ねることがないため、目盛り線ピッチのより一層の微細化に対応することができる。

【0070】また、目盛り板8に目盛り線領域8a及び相隣接する目盛り線領域8aと目盛り線領域8aとの中間領域8bを形成するにあたり、上述したように、目盛り線領域8aを鏡面、中間領域8bを粗面として形成しても、また、目盛り線領域8aを粗面、中間領域8bを鏡面としてもよい。更に、目盛り板として用いられる表面が鏡面状態とされた金属薄板に粗面部を形成する際には、粗面部をエッチングすることにより所定領域に粗面部を形成しても、また、鏡面金属板にレーザ加工を施すことにより所定領域に粗面部を形成してもよい。

【0071】図1及び図2に示される反射型光学読取器モジュール1は、幾つかの方法により、ロータリエンコーダのケースに組み込むことができる。第1のモジュール取付方法を採用したロータリエンコーダの構造を示す説明図が図5に、ケースを取り外した状態を示す斜視図が図6にそれぞれ示されている。なお、図5(a)は左側面図、図5(b)は正面図、図5(c)はA-A線断面図である。

【0072】図5(a)、(b)、及び(c)において、3はインクリメント式の反射型光学式ロータリエンコーダ、301は金属製円筒状のケース、301aはケース端面、302及び303は軸受け、304は回転軸、305は電気コード、306は金属製のエンコーダ本体部、307は出力回路基板である。また、図6においては図1、図2、及び図5の対応部と同一の符号を付し説明を省略する。

【0073】主として図5(c)から明らかなように、回転軸304の突出量を幾分長めとすることにより、回

転ディスク2aとエンコーダ本体306との間には空所308が設けられ、この空所308に収まるようにして、反射型光学読取器モジュール1がエンコーダ本体部306にビス等により固定される。本体部306は金属製であるから位置決め精度が良好となり、温度変化による検出部の位置関係の変動も抑制される。このとき、回転ディスク2aの目盛り線表示面はエンコーダ本体306側（図中左側）へと向けられ、反射型光学読取器モジュール1の投受光軸の向きは回転ディスク2aに対して垂直とされる。反射型光学読取器モジュール1の光学系にはテレセントリック光学系が採用されているので、反射型光学読取器モジュール1と回転ディスク2aとの距離については、さほど注意を払う必要はなく、高い組付精度は要求されないから低コストに製作することができる。

【0074】第2のモジュール取付方法を採用したロータリエンコーダの構造を示す説明図が図7に、ケースを取り外した状態を示す斜視図が図8にそれぞれ示されている。なお、図7(a)は正面図、図7(b)は右側面図、図7(c)はA-A線断面図である。

【0075】図7(a)、(b)、及び(c)において、上述した図5(a)、(b)、及び(c)にて示される構成要素と同一であるため、同一の符号を付与し説明を省略する。また、図8においては図1、図2、及び図7の対応部と同一の符号を付与し説明を省略する。

【0076】主として図7(c)から明らかなように、回転軸304の突出量を短めとすることにより、回転ディスク2aとケース端面301aとの間には空所308が設けられ、この空所308に収まるようにして、反射型光学読取器モジュール1が支持板307にビス等により固定される。このとき、回転ディスク2aの目盛り線表示面はケース端面301a側（図中右側）へと向けられ、反射型光学読取器モジュール1の投受光軸の向きは回転ディスク2aに対して垂直とされる。この場合にも、反射型光学読取器モジュール1の光学系にはテレセントリック光学系が採用されているので、反射型光学読取器モジュール1と回転ディスク2aとの距離については、さほど注意を払う必要はなく、高い組付精度は要求されないから低コストに製作することができる。

【0077】本発明は光学式リニアエンコーダにも適用することができる。リニアエンコーダ用の反射型光学読取器モジュールの構造を示す説明図が図9に、リニアエンコーダに対するモジュール取付状態を概略的に示す説明図が図10にそれぞれ示されている。なお、図9(a)は正面図、図9(b)はA-A線断面図、図9(c)は平面図である。

【0078】それらの図において、2bは目盛り板であるリニアスケール、4は反射型光学読取器モジュール、401は合成樹脂製のモジュールケース、402a、402bは取付用ブラケット、403a、403bはビス

孔、404は投受光兼用窓、405は樹脂成型品のヒケ止めの肉盛り部、406は対物レンズ、407は発光ダイオード(LED)、407aは発光ダイオード搭載基板、408はハーフミラー、409はピンホール板、410は遮光板、411は受光素子であるフォトダイオード(PD)、411aはフォトダイオード搭載基板、412は電気コードである。

【0079】主として、図9(b)並びに図10から明らかなように、リニアエンコーダに適用する場合であっても、モジュールケース401内の光学部品配置はロータリエンコーダに適用する場合とほぼ同様であり、こうして製作された反射型光学読取器モジュール4はリニアスケール2bと対向しつつ相対移動可能に支持される。このときも、反射型光学読取器モジュール4とリニアスケール2bとの距離は、テレセントリック光学系の作用により比較的ラフに決定することができる。

【0080】本発明は、透過型光学読取器モジュールとしても具現化することができる。透過型光学読取器モジュールの光学系全体を取り出して示す構成図が図11に示されている。同図に示されるように、この光学系には、投光用光学系と受光用光学系とが含まれている。投光用光学系には、目盛り板（この例では目盛り線はスリット列で構成される）2の一方側の面に一群の目盛り線が含まれるようにスポット光を照射する投光側光源501が含まれている。受光用光学系には、目盛り板2の他方側の面にスリット列を通して透過する光を集光する受光側レンズ502と、受光側レンズ502前方の焦点位置に配置されるピンホール板503と、ピンホール板503通過後の光線の結像位置に配置され一群の目盛り線像に対応する受光アレイパターンを有する受光部506とが含まれている。この例にあっても、受光部506は、一群の目盛り線像に対応するスリットパターンを有する遮光板504と、遮光板504の背後にあってスリットパターンを透過した光線を受光する受光素子505とを含み、遮光板504のスリットパターンから受光素子505を露出させることで受光アレイパターンが形成される。

【0081】このような構成によれば、受光用光学系には、目盛り板2の他方側の面に透過する光を集光する受光側レンズ502と、受光側レンズ502前方の焦点位置に配置されるピンホール板503とからなるテレセントリック光学系が組み込まれているため、目盛り板2と光学読取器との相対移動の過程で、例えばロータリエンコーダにおいて過大な軸負荷がかかったり、回転ディスクがバタツキを起こして、目盛り板2と光学読取器との距離が多少変動したとしても、先に述べたテレセントリック光学系の作用により、信頼性の高い位置検出が可能となる。

【0082】加えて、目盛り板2を透過する光線のうちで、光軸と平行でない迷光成分についてはテレセントリ

ック光学系の作用によって受光面への結像には寄与しなくなるため、受光用光学系と目盛り板との間隙を厳密に管理せずとも、迷光が出力電気信号に与える影響を排除することができる。その結果、製造に当たっての組付精度の要求が緩和されることにより、その分だけコストダウンが可能となる。

【0083】図11の光学系を採用した透過型光学読取器モジュールの構造を概略的に示す説明図が図12に示されている。同図に示されるように、この透過型光学読取器モジュール5は、目盛り板2の一方側の面に一群のスリット列が含まれるようにスポット光を照射する投光用光源501を含む投光用光学系と、目盛り板2の他方側の面に透過する光を集光する受光側レンズ502と、受光側レンズ502の光軸前方の焦点位置に配置されるピンホール板503と、ピンホール板503通過後の光線の結像位置に配置され一群の目盛り線像に対応する受光アレイパターンを有する受光部506を含む受光用光学系とを有する。上述の投光用光学系と受光用光学系とはケース500に収容される。ケース500は、目盛り板2が挿入される空隙部507を挟んで投光用光学系収容部508と受光用光学系収容部509とを対向配置させた構造を有する。なお、507aは投光用窓、507bは受光用窓である。先程の例と同様に、受光部506は、一群の目盛り線像に対応するスリットパターンを有する遮光板504と、遮光板504の背後にあってスリットパターンを透過した光線を受光する受光素子505とを含み、スリットパターンから受光素子505を露出させることで受光アレイパターンが形成される。

【0084】このような構成によれば、目盛り板（回転ディスク2a又はリニアスケール2b）2のスリットピッチに対応するスリットピッチを有する遮光板504を選択するだけで、大部分の部品は共用して様々な製品仕様に対応できるから、コストダウンを図ることができる。他、投光系光学系と受光系光学系とを一体的に結合しているため、その取り扱いが容易となる。

【0085】本発明においては、図11に示される光学系のうちの受光側光学系のみをモジュール化することもできる。こうして得られる受光側光学系モジュール6の構造を概略的に示す説明図が図13に示されている。

【0086】同図において、2は回転ディスクやリニアスケール等の目盛り板、6は受光側光学系モジュール、7は発光ダイオード（LED）、601は合成樹脂製のモジュールケース、602は受光用窓、603は光軸折り曲げ用のミラー、604は受光側レンズ、605はピンホール板、606は遮光板、607は受光素子、608は受光部である。

【0087】図から明らかなように、この受光側光学系モジュール6は、透光性目盛り線が刻まれた目盛り板2を透過する光を集光する受光側レンズ604と、受光側レンズ604の光軸前方の焦点位置に配置されるピンホ

ール板605と、ピンホール板605通過後の光線の結像位置に配置され一群の目盛り線像に対応する受光アレイパターンを有する受光部608とを、受光用窓602を有するケース601内に一体的に収容してなり、光学式エンコーダに投光側光学系と共に組み込むことで、透過型読取器を構成可能としている。また、受光部608は、一群の目盛り線像に対応するスリットパターンを有する遮光板606と、遮光板606の背後にあってスリットパターンを透過した光線を受光する受光素子607とを含み、スリットパターンから受光素子607を露出させることで受光アレイパターンが形成される。

【0088】この受光側光学系モジュール6によれば、前述と同様の理由により、様々な製品仕様を有する透過型光学式エンコーダに柔軟に対応できることに加えて、ミラー603により光軸を折り曲げているため、モジュールの薄型化を実現することができる。

【0089】次に、図15、16、及び17を参照して反射型光学読取器において、遮光板を反射型光学読取器モジュールに組み込み、目盛り板との位置決めを行う際に好適な手段を説明する。それらの図において、701は反射型光学読取器モジュール、702は位置決め板、703は回転ディスクの回転軸、704は発光ダイオード（LED）、705は受光素子、706はピンホール、707はレンズ、708はハーフミラー、そして709は目盛り板（回転ディスク）である。

【0090】図17は位置決め板702の外観を示す図であり、同図にて示されるように、位置決め板702は遮光板711である部分と回転軸703を挿入し、嵌合するための挿入孔710を備えた部分が一体化して構成されたものである。この挿入孔710に回転軸703を嵌合することによって図15にて示されるように、遮光板711を反射型光学読取器モジュール701に組み込む際の目盛り板709との位置決めを容易に行うことができる。そして、位置決めが完了した後に、図17にて点線S-Sにて示される切断線に沿って不要部分を切断し、遮光板711のみが反射型光学読取器モジュール701に組み込まれる。位置決め板702の不要部分を切断し、遮光板711のみが反射型光学読取器モジュール701に組み込まれている状態が図16にて示されている。

【0091】このような位置決め手段を用いることにより、反射型光学読取器モジュールの出力線からの電気信号を見ながら反射型光学読取器モジュール701と目盛り板709との位置決めを行う必要がなくなる。従って、遮光板711を組み込んだ反射型光学読取器モジュール701と目盛り板709との位置決めを回転軸703を介して正確かつ容易に行うことができる。

【0092】尚、上述の遮光板と目盛り板との位置決め手段は便宜上、反射型光学読取器モジュールに適用したものとして説明したが、もちろん透過型光学読取器モジ

ジュールに適用する遮光板と目盛り板との位置決め手段として具現化することが可能であることは言うまでもない。

【0093】次に、光学読取器を構成する受光素子の出力信号に対する電氣的な処理について簡単に説明する。周知の如く、例えば、インクリメント式エンコーダの場合、受光素子から出力される単相又は多相パルス列は、増幅処理並びに波形整形処理されて、矩形パルス列に変換され、これを適宜にカウント等することにより、移動量や位置に相当する情報が得られる。

【0094】光学式エンコーダ（この例では透過型）の電氣的構成を概略的に示す回路図の一例が図18に示されている。投光光源である発光ダイオード（LED）9からの光は、目盛り板10上のスリット列及び遮光板11上のスリット列を透過したのち、受光素子であるフォトダイオード（PD）の受光面に照射される。この例では、目盛り板10上には、互いに平行若しくは同心円状の6列のスリット列が形成されている。最初の2列は、A相に対応するもので、互いに180度の位相差を有する2列のスリット列にて構成される。次の2列は、B相に対応するもので、これも互いに180度の位相差を有する2列のスリット列にて構成される。最後の2列は、Z相に対応するもので、これについても互いに180度の位相差を有する。A相を構成する2列のスリット列の透過光はそれぞれフォトダイオード25a、25bにより受光される。B相を構成する2列のスリット列の透過光はそれぞれフォトダイオード26a、26bにより受光される。Z相を構成する2列のスリット列の透過光はそれぞれフォトダイオード27a、27bにより受光される。A相を分担する2個のフォトダイオード25a、25bの出力電流は、それぞれI/V変換器12a、12bにてI/V変換されたのち、差動増幅器15を介して変化分が強調される。B相を分担する2個のフォトダイオード26a、26bの出力電流は、それぞれI/V変換器13a、13bにてI/V変換されたのち、差動増幅器16を介して変化分が強調される。Z相を分担する2個のフォトダイオード27a、27bの出力電流は、それぞれI/V変換器14a、14bにてI/V変換されたのち、差動増幅器17を介して変化分が強調される。差動増幅器15、16、17の各出力は、その後段に配置されたコンパレータ18、19、20にてそれぞれ二値化されたのち、出力回路21、22、23を介してドライブレベルに調整され、A相信号、B相信号、Z相信号として外部へと出力される。なお、符号24は各回路へ電源を供給する電源回路である。

【0095】最後に、本発明のエンコーダ用光学読取器に好適なテレセントリック光学系の具体例を開示する。光学系にとって最も重要な点は、目盛り板上の目盛り線パターンを受光面上に鮮明に結像させることである。受光面上の目盛り線パターンの鮮明度は、受光素子からの

出力電気信号波形に基づいてモジュレーション値Mを求めることで、定性的な評価が可能となる。すなわち、モジュレーション値Mの値が大きい（最大は「1」）ほど、鮮明度が高いと言える。ここで、受光素子からの出力電気信号波形のピーク値を $E_{max}$ 、ボトム値を $E_{min}$ と置くと、モジュレーション値Mは次式で表すことができる。

【0096】

$$M = (E_{max} - E_{min}) / (E_{max} + E_{min})$$

10 【0097】図19(a)の光学モデルに示されるように、レンズとして一枚ものの非球面レンズ（倍率=1）を採用することを前提とし、レンズとピンホールとの距離（焦点距離）をF、レンズの厚さをT、レンズと目盛り板との距離をSと置いて、焦点距離Fとモジュレーション値Mとの関係を考察する。

【0098】すると、図19(b)の表並びに図19

(c)のグラフに示されるように、レンズと目盛り板との距離S並びにレンズ厚さTを5mmに固定したまま、焦点距離Fを3.2、3.6、4.0、5.0と増加させてゆくと、モジュレーション値Mの値は、焦点距離Fがある程度までは一定であるが、F=3.6辺りを越えると低下することが判る。

【0099】図20(a)の光学モデルに示されるように、レンズとして一枚ものの非球面レンズ（倍率=1）を採用することを前提とし、レンズとピンホールとの距離（焦点距離）をF、レンズの厚さをT、レンズと目盛り板との距離をSと置いて、レンズ厚さTとモジュレーション値Mとの関係を考察する。

【0100】すると、図20(b)の表並びに図20

30 (c)のグラフに示されるように、レンズと目盛り板との距離Sを5mm、焦点距離を4.7mmにそれぞれ固定したまま、レンズ厚さTを4.0、5.0、6.0と増加させてゆくと、モジュレーション値Mの値は、レンズ厚さT=5.0辺りで最大となることが判る。

【0101】図1～図4に示される同軸落射型光学系を採用する光学読取器モジュール1を想定すると、ハーフミラー108の配置スペースとの関係で、焦点距離Fはあまり小さくすることはできない。

40 【0102】以上からすると、図1～図4に示される同軸落射型光学系を採用する光学読取器モジュール1を実現し、しかもレンズとして一枚ものの非球面レンズ（倍率=1）を使用することを前提とすると、F=3.6、すなわち、S=T=1.4Fが最適条件であることが結論づけられた。

【0103】また、図19における考察によりS及びTが5mmである場合、 $F \leq 4\text{mm}$ が好適であることが判る。従って、光学式エンコーダにおいて、テレセントリック光学系として1枚ものの非球面レンズが使用され、レンズの厚さ（T）と焦点距離（F）との関係には、 $T > 1.2F$ の関係が規定されているようにすれば、受光



面上に結像される目盛り線パターンの鮮明度が良好となる。

【0104】更に、図20における考察によりSが5mmであり、Fが4.7mmである場合、Tは5mmが好適であると判る。従って、光学式エンコーダにおいて、テレセントリック光学系として1枚ものの非球面レンズが使用され、レンズの厚さ(T)とレンズと目盛り板との距離(S)との関係には、 $1.2T > S > 0.8T$ の関係が規定されているようにすれば、受光面上に結像される目盛り線パターンの鮮明度が良好となる。

【0105】

【発明の効果】以上の説明で明らかなように、本発明によれば、高い組付精度を不要として低コストに製作できるようにした光学式エンコーダを提供することができる。

【0106】また、本発明によれば、目盛り板と光学読取器との距離が多少変動しても、光学読取器からの出力信号は安定に維持されるようにした光学式エンコーダを提供することができる。

【0107】また、本発明によれば、投光光源として平行光を不要とすることにより、点光源LED、レンズ付きLED、或いはレーザダイオード(LED)と言った高価な発光部品を使用せずとも、普通のLEDを使用して低コストに製作することができるようにした反射型の光学式エンコーダを提供することができる。

【0108】また、本発明によれば、使用される目盛り板の目盛り線ピッチに合わせて僅かの部品を交換するだけで、様々な目盛り線ピッチを有する目盛り板に対応した光学読取器を容易に実現できるようにした汎用性の高い反射型光学読取器モジュールを提供することができる。

【0109】また、本発明によれば、使用される目盛り板の目盛り線ピッチを有する目盛り板に合わせて僅かの部品を交換するだけで、様々な目盛り線ピッチに対応した透過型光学式読取器を容易に実現することができるようにした透過型光学読取器モジュールを提供することができる。

【0110】また、本発明によれば、使用される目盛り板の目盛り線ピッチを有する目盛り板に合わせて僅かの部品を交換するだけで、様々な目盛り線ピッチに対応した透過型光学式読取器を容易に実現することができるようにした受光側光学系モジュールを提供することができる。

【0111】さらに、本発明によれば、上述の光学式エンコーダや反射型光学読取器モジュールに好適であり、高精細ピッチに容易に対応が可能な目盛り板を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】反射型光学読取器モジュールの外観斜視図である。

【図2】反射型光学読取器モジュールの構造を示す説明図である。

【図3】反射型光学読取器モジュールの他の実施形態の構造を示す説明図である。

【図4】反射型光学読取器の光学系全体を示す構成図である。

【図5】第1のモジュール取付方法を採用したロータリエンコーダの構造を示す説明図である。

【図6】第1のモジュール取付方法を採用したロータリエンコーダのケースを取り外した状態を示す斜視図である。

【図7】第2のモジュール取付方法を採用したロータリエンコーダの構造を示す説明図である。

【図8】第2のモジュール取付方法を採用したロータリエンコーダのケースを取り外した状態を示す斜視図である。

【図9】リニアエンコーダ用の反射型光学読取器モジュールの構造を示す説明図である。

【図10】リニアエンコーダに対するモジュール取付状態を概略的に示す説明図である。

【図11】透過型光学読取器の光学系全体を示す構成図である。

【図12】透過型光学読取器モジュールの構造を概略的に示す説明図である。

【図13】受光側光学系モジュールの構造を概略的に示す説明図である。

【図14】目盛り板の構成を示す説明図である。

【図15】遮光板と目盛り板との好適な位置決め手段を説明する図(その1)

【図16】遮光板と目盛り板との好適な位置決め手段を説明する図(その2)

【図17】遮光板と目盛り板との好適な位置決め手段を説明する図(その3)

【図18】光学式エンコーダの電氣的構成を概略的に示す回路図である。

【図19】テレセントリック光学系の各種設計値を示す図(その1)である。

【図20】テレセントリック光学系の各種設計値を示す図(その2)である。

【図21】従来用いられていた透過型ロータリエンコーダの構造を示す説明図

【図22】従来用いられていた透過型ロータリエンコーダの要部を拡大した説明図

【符号の説明】

1 反射型光学読取器モジュール

2 目盛り板

2a 回転ディスク

2b リニアスケール

3 光学式ロータリエンコーダ

50 4 反射型光学読取器モジュール(光学式リニアエ

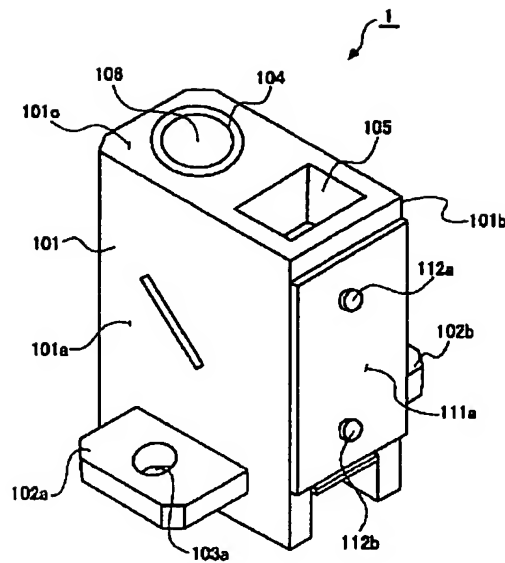
ンコーダ用)

5 透過型光学読取器モジュール  
 6 受光側光学系モジュール  
 7 発光ダイオード (LED)  
 8 目盛り板  
 8 a 鏡面である目盛り線領域  
 8 b 粗面である目盛り線間領域  
 9 発光ダイオード (LED)  
 10 目盛り板  
 11 遮光板  
 12 a, 12 b, 13 a, 13 b, 14 a, 14 b  
 I/V変換器  
 15, 16, 17 差動増幅器  
 18, 19, 20 コンパレータ  
 21, 22, 23 出力回路  
 24 電源回路  
 101 モジュールケース  
 102 a, 102 b 取付用ブラケット  
 103 a, 103 b 取付用ネジ孔  
 104 投受光兼用窓  
 105 樹脂成型品のヒケ止めの肉盗み部  
 106 対物レンズ  
 107 発光ダイオード (LED)  
 107 a 発光素子搭載基板  
 108 ハーフミラー  
 109 ピンホール板  
 110 遮光板  
 111 受光素子 (フォトダイオード (PD))  
 111 a 受光素子搭載基板  
 112 a, 112 b 突起  
 113 前部室  
 114 中間部室  
 115 後部室  
 116 内側室  
 117 外側室  
 118 受光部  
 119 ピンホール  
 301 ケース  
 301 a ケース端面  
 302, 303 軸受  
 304 回転軸  
 305 電気コード  
 306 エンコーダ本体部  
 307 支持板  
 308 空所  
 401 モジュールケース  
 402 a, 402 b 取付用ブラケット  
 403 a, 403 b 取付用ネジ孔

404 投受光兼用窓  
 405 樹脂成型品のヒケ止めの肉盗み部  
 406 対物レンズ  
 407 投光用発光ダイオード (LED)  
 407 a 発光素子搭載基板  
 408 ハーフミラー  
 409 ピンホール板  
 410 遮光板  
 411 受光用フォトダイオード (PD)  
 10 412 電気コード  
 500 モジュールケース  
 501 投光用発光ダイオード (LED)  
 502 受光側レンズ  
 503 ピンホール板  
 504 遮光板  
 505 受光用フォトダイオード (PD)  
 506 受光部  
 507 間隙  
 507 a 投光用窓  
 20 507 b 受光用窓  
 508 投光側光学系収容部  
 509 受光側光学系収容部  
 601 モジュールケース  
 602 受光用窓  
 603 反射用ミラー  
 604 受光側レンズ  
 605 ピンホール板  
 606 遮光板  
 607 受光用フォトダイオード (PD)  
 30 608 受光部  
 701 反射型光学読取器モジュール  
 702 位置決め板  
 703 回転ディスクの回転軸  
 704 発光ダイオード (LED)  
 705 受光素子  
 706 ピンホール  
 707 レンズ  
 708 ハーフミラー  
 709 目盛り板  
 40 710 挿入孔  
 711 遮光板  
 801 発光ダイオード (LED) 用ケース  
 802 発光ダイオード (LED)  
 803 回転ディスク  
 804 遮光板  
 805 受光素子  
 806 受光素子搭載用基板  
 807 ロータリエンコーダのケース

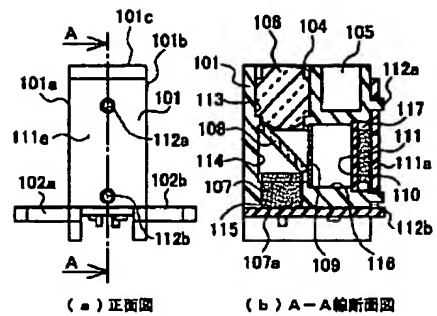


【図1】

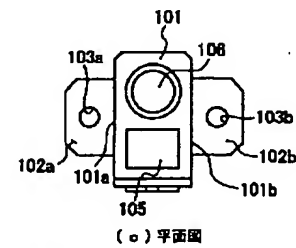


反射型光学読取りモジュールの外観斜視図

【図2】



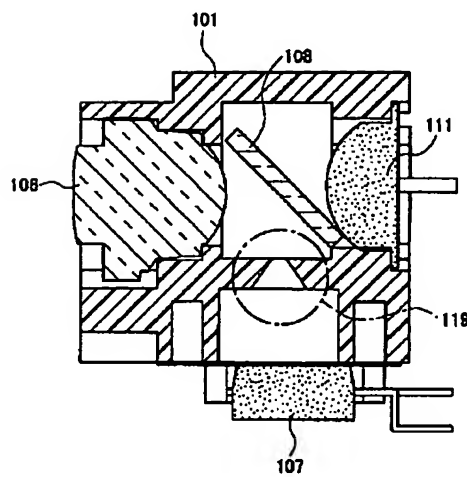
(a) 正面図 (b) A-A 断面図



(c) 平面図

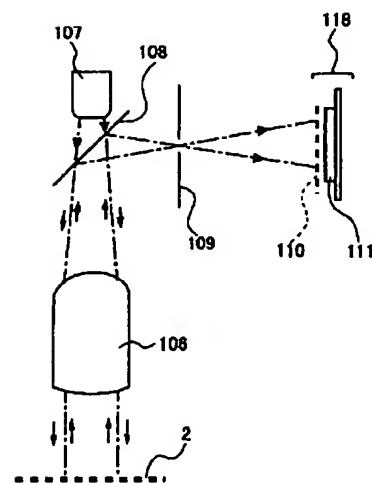
反射型光学読取りモジュールの構造を示す説明図

【図3】



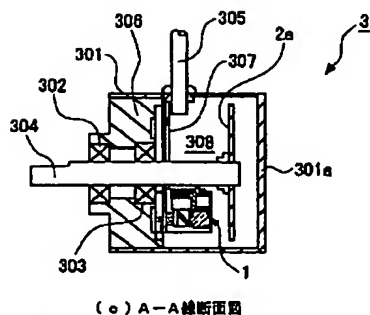
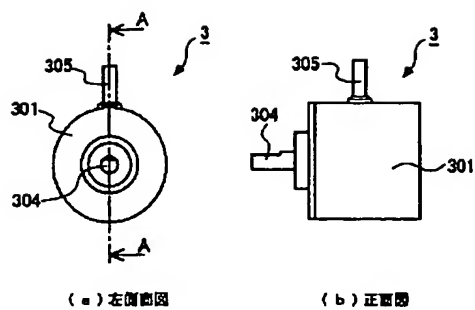
反射型光学読取りモジュールの他の実施形態の構造を示す説明図

【図4】



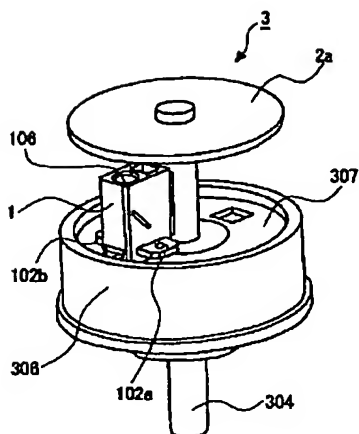
反射型光学読取りモジュールの光学系全体を示す構成図

【図5】



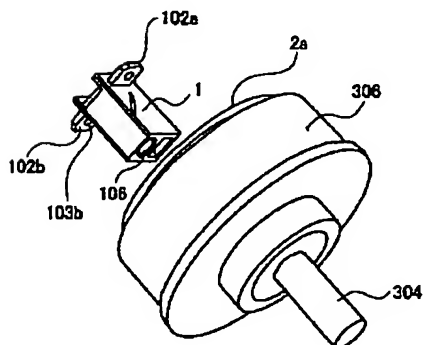
第1のモジュール取付方法を採用した  
ロータリエンコーダの構造を示す説明図

【図6】



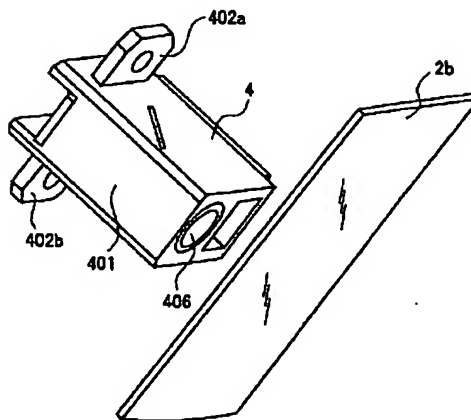
第1のモジュール取付方法を採用した  
ロータリエンコーダのケースを取り外した状態を示す斜視図

【図8】



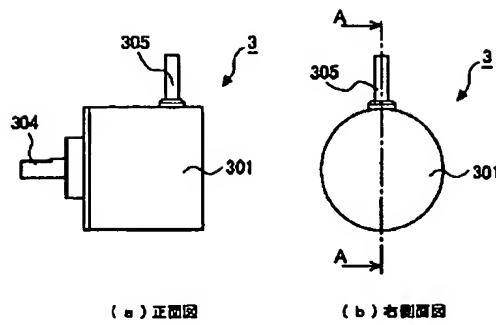
第2のモジュール取付方法を採用した  
ロータリエンコーダのケースを取り外した状態を示す斜視図

【図10】

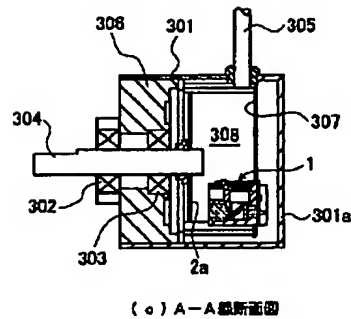
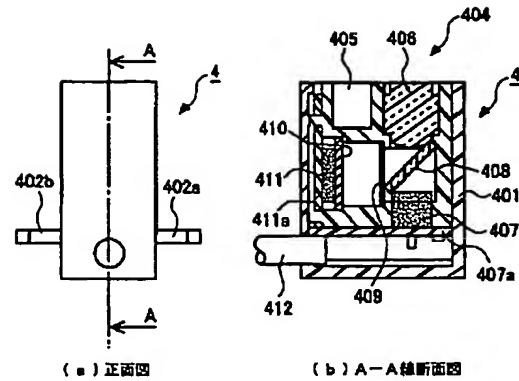


リニアエンコーダに対する  
モジュール取付状態を概略的に示す説明図

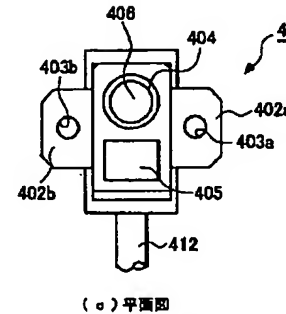
【図7】



【図9】

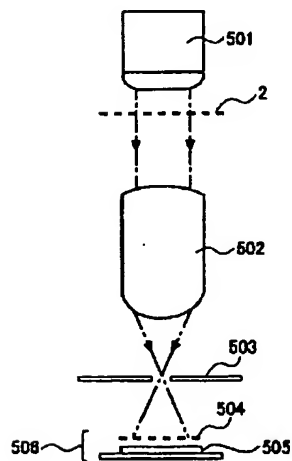


第2のモジュール取付方法を採用した  
ロータリエンコーダの構造を示す説明図

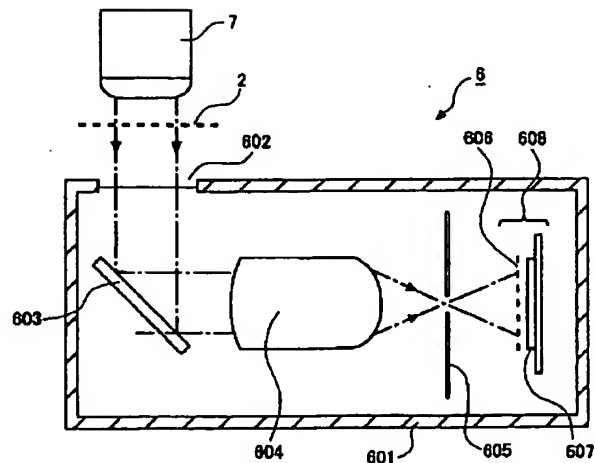


リニアエンコーダ用の  
反射型光学検取器モジュールの構成を示す説明図

【図11】



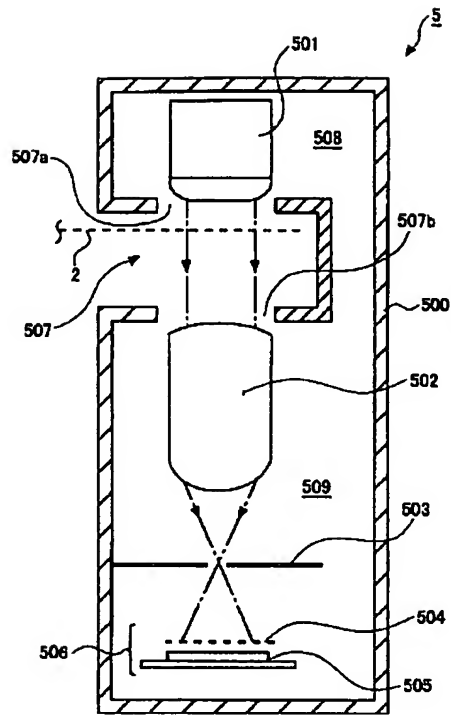
【図13】



受光側光学系モジュールの構造を概略的に示す説明図

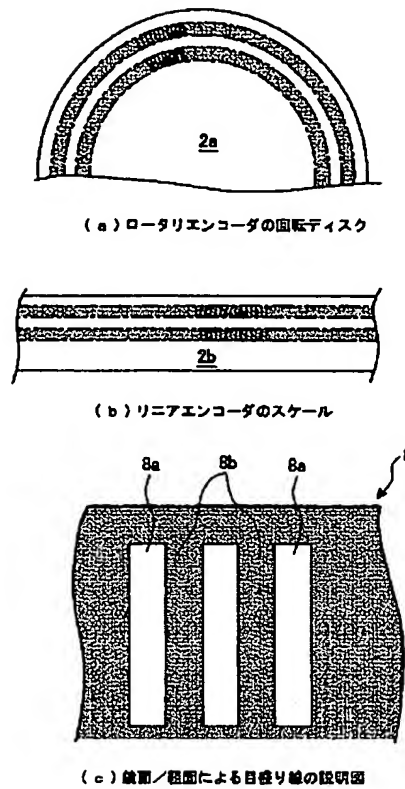
透過型光学検取器の光学系を示す構成図

【図12】



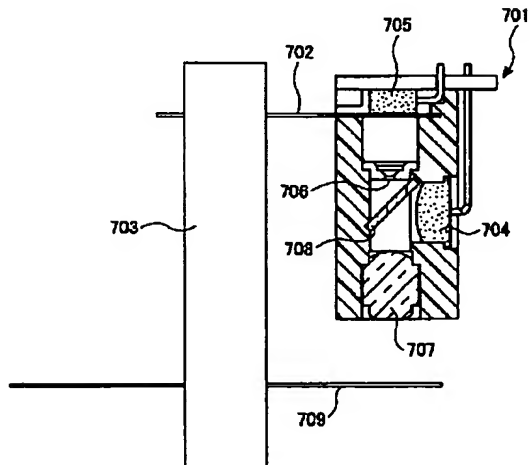
透過型光学読取器モジュールの構成を概略的に示す説明図

【図14】

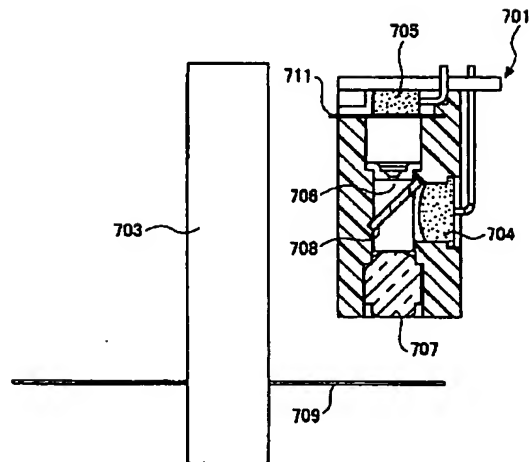


目盛り板の構成を示す説明図

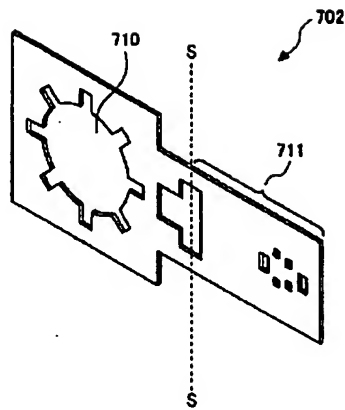
【図15】

遮光板と目盛り板との  
好適な位置決め手段を説明する図(その1)

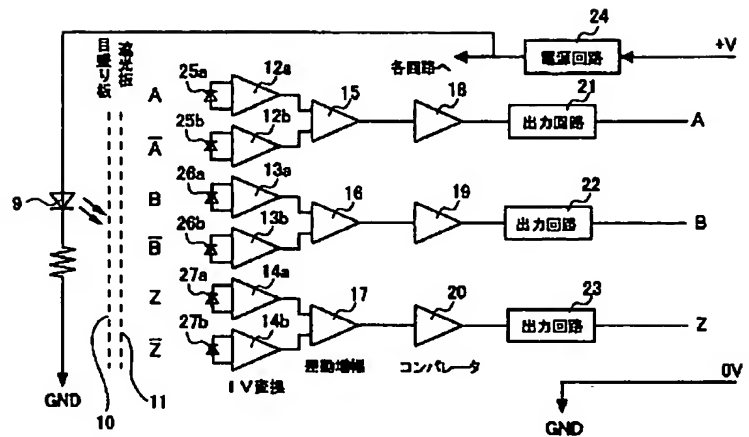
【図16】

遮光板と目盛り板との  
好適な位置決め手段を説明する図(その2)

【図17】



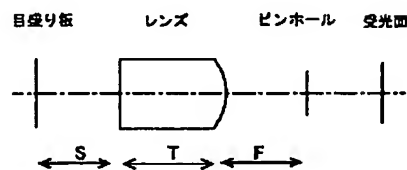
【図18】



光学式エンコーダの電気的構成を概略的に示す回路図

透光板と目盛り板との  
好適な位置決め手段を説明する図（その3）

【図19】

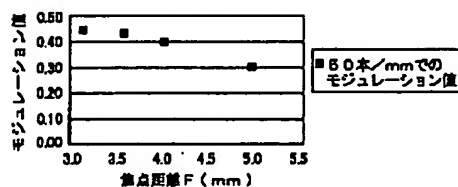


(a) 設計値と光学モデルとの関係

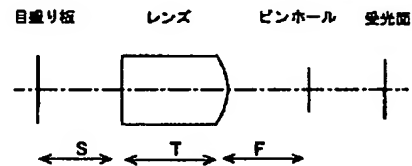
条件	B (mm)	5.0	5.0	5.0	5.0
T (mm)	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
F (mm)	3.2	3.8	4.0	5.0	
50本/mmでのモジュレーション値	0.45	0.44	0.40	0.30	

(注) モジュレーション値は、サジタル、  
タンジェンシャル面の小さい方の値である。

(b) 具体的な設定値の比較表



(c) 焦点距離とモジュレーション値との関係

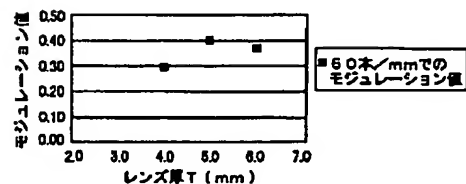


(a) 設計値と光学モデルとの関係

条件	S (mm)	5.0	5.0	5.0
T (mm)	4.0	5.0	8.0	
F (mm)	4.7	4.7	4.7	
50本/mmでのモジュレーション値	0.29	0.40	0.37	

(注) モジュレーション値は、サジタル、  
タンジェンシャル面の小さい方の値である。

(b) 具体的な設定値の比較表

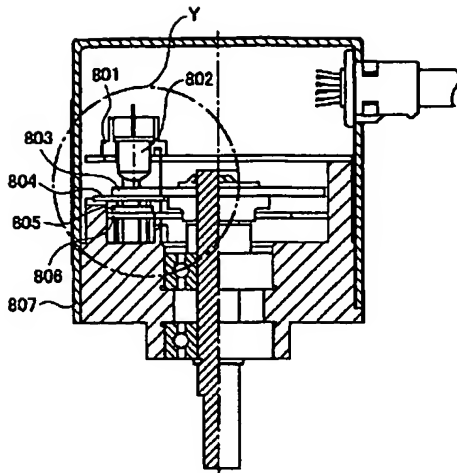


(c) レンズ厚とモジュレーション値との関係

テレセントリック光学系の各種設計値を示す図（その2）

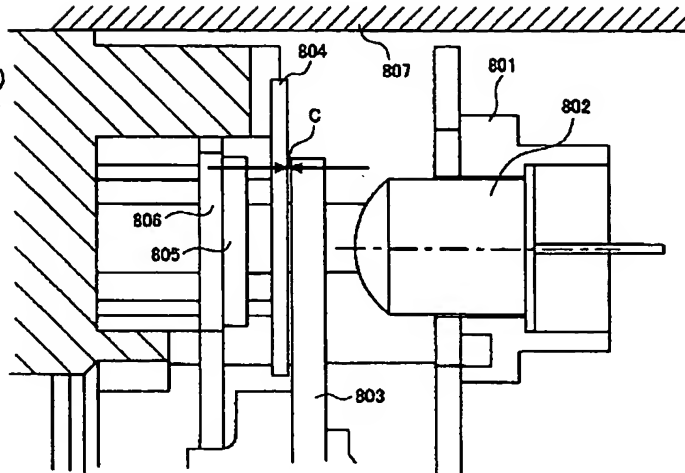
テレセントリック光学系の各種設計値を示す図（その1）

【図21】



従来用いられていた  
透過型ロータリエンコーダの構造を示す説明図

【図22】



従来用いられていた透過型ロータリエンコーダの要部を拡大した説明図

フロントページの続き

(72)発明者 矢内 宏和  
京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町  
801番地 オムロン株式会社内

(72)発明者 中村 新  
京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町  
801番地 オムロン株式会社内

Fターム(参考) 2F103 BA08 BA44 CA01 CA02 CA03  
EA02 EA20 EB06 EB12 EB28  
EB32 EB33 EC01 EC12 ED02  
ED07 ED21

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載  
 【部門区分】第6部門第1区分  
 【発行日】平成16年11月18日(2004.11.18)

【公開番号】特開2003-307440(P2003-307440A)  
 【公開日】平成15年10月31日(2003.10.31)  
 【出願番号】特願2003-14476(P2003-14476)  
 【国際特許分類第7版】

G 0 1 D 5/36

G 0 1 D 5/30

【F I】

G 0 1 D 5/36 T

G 0 1 D 5/30 F

G 0 1 D 5/30 R

【手続補正書】

【提出日】平成15年11月27日(2003.11.27)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【発明の名称】光学式エンコーダ

【特許請求の範囲】

【請求項1】所定方向に沿って目盛り線が刻まれた目盛り板と、目盛り板上の目盛り線を光学的に読み取る光学読取器とを含み、目盛り板と光学読取器との相対移動に伴って、光学読取器から対応する電気信号が出力されるようにした光学式エンコーダであって、光学読取器が、投光用光源からの光を目盛り板に照射する投光用光学系と、目盛り板からの光を受光部へと結像させる受光用光学系とを有し、かつ受光用光学系がテレセントリック光学系で構成される、光学式エンコーダ。

【請求項2】目盛り板上の目盛り線が透光性を有し、かつ光学読取器が投光用光学系と受光用光学系とを目盛り板を挟んで同軸に対向配置してなる透過型光学読取器であり、投光用光学系が、投光用光源からの光を目盛り板の一方側の面に、一群の目盛り線が含まれるようにスポット照射するものであり、かつ

受光用光学系が、目盛り板の他方側の面に透過する光を集光する受光側レンズと、受光側レンズ前方の焦点位置に配置されるピンホール板と、ピンホール板通過後の光線の結像位置に配置され、一群の目盛り線像に対応する受光アレイパターンを有する受光部とを含む、請求項1に記載の光学式エンコーダ。

【請求項3】受光部が、一群の目盛り線像に対応するスリットパターンを有する遮光板と、遮光板の背後にあってスリットパターンを透過した光線を受光する受光素子とを含み、スリットパターンから受光素子を露出させることで受光アレイパターンが形成される、請求項2に記載の光学式エンコーダ。

【請求項4】目盛り板上の目盛り線が反射性を有し、かつ光学読取器が同軸型光学系を含む反射型光学読取器であり、

同軸型光学系が、

投光用光源と、

投光用光源からの光を平行光として目盛り板に、一群の目盛り線が含まれるようにスポット照射すると共に、目盛り板からの反射光を集光する投受光兼用の対物レンズと、

前記対物レンズから戻る復路光の結像位置に配置され、一群の目盛り線像に対応する受光アレイパターンを有する受光部と、

前記投光用光源からの往路光を前記対物レンズに向かわせるとともに、前記対物レンズから戻る復路光を前記受光アレイパターンを有する受光部に向かわせる光分離器と、  
前記光分離器を経由して分離された復路光の光路前方の対物レンズ焦点位置に配置されるピンホール板と、

を含む、請求項１に記載の光学式エンコーダ。

【請求項５】受光部が、一群の目盛り線像に対応するスリットパターンを有する遮光板と、遮光板の背後にあってスリットパターンを透過した光線を受光する受光素子とを含み、スリットパターンから受光素子を露出させることで受光アレイパターンが形成される、請求項４に記載の光学式エンコーダ。

【請求項６】目盛り板上の目盛り線領域は鏡面とされかつ目盛り線と目盛り線との間領域は粗面とされている、請求項４又は５に記載の光学式エンコーダ。

【請求項７】目盛り板と光学読取器とは相対的に直線運動可能に支持され、目盛り板上には移動直線に沿って目盛り線が刻まれている、請求項１～６のいずれかに記載の光学式エンコーダ。

【請求項８】目盛り板と光学読取器とは相対的に回転運動可能に支持され、目盛り板上には移動円周に沿って目盛り線が刻まれている、請求項１～６のいずれかに記載の光学式エンコーダ。

【請求項９】投光用光源と、

投光用光源からの光を平行光として目盛り板に、一群の目盛り線が含まれるようにスポット照射すると共に、目盛り板からの反射光を集光する投受光兼用の対物レンズと、  
前記対物レンズから戻る復路光の結像位置に配置され、一群の目盛り線像に対応する受光アレイパターンを有する受光部と、

前記投光用光源からの往路光を前記対物レンズに向かわせるとともに、前記対物レンズから戻る復路光を前記受光アレイパターンを有する受光部に向かわせる光分離器と、  
光分離器を経由して分離された復路光の光路前方の対物レンズ焦点位置に配置されるピンホール板と、

を、投受光兼用窓を有するケース内に一体的に収容してなり、光学式エンコーダに組み込み可能とした反射型光学読取器モジュール。

【請求項１０】受光部が、一群の目盛り線像に対応するスリットパターンを有する遮光板と、遮光板の背後にあってスリットパターンを透過した光線を受光する受光素子とを含み、スリットパターンから受光素子を露出させることで受光アレイパターンが形成される、請求項９に記載の反射型光学読取器モジュール

。

【請求項１１】目盛り板の一方側の面に、一群の透光性目盛り線が含まれるようにスポット光を照射する投光用光源を含む投光用光学系と、

目盛り板の他方側の面に透過する光を集光する受光側レンズと、受光側レンズの光軸前方の焦点位置に配置されるピンホール板と、ピンホール板通過後の光線の結像位置に配置され、一群の目盛り線像に対応する受光アレイパターンを有する受光部とを含む受光用光学系とを、

目盛り板が挿入される空隙部を挟んで投光用光学系収容部と受光用光学系収容部とが対向配置されるケース内に一体的に収容してなり、光学式エンコーダに組み込み可能とした透過型光学読取器モジュール。

【請求項１２】受光部が、一群の目盛り線像に対応するスリットパターンを有する遮光板と、遮光板の背後にあってスリットパターンを透過した光線を受光する受光素子とを含み、スリットパターンから受光素子を露出させることで受光アレイパターンが形成される、請求項１１に記載の透過型光学読取器モジュール。

【請求項１３】透光性目盛り線が刻まれた目盛り板を透過する光を集光する受光側レンズと、受光側レンズの光軸前方の焦点位置に配置されるピンホール板と、ピンホール板通過後の光線の結像位置に配置され、一群の目盛り線像に対応する受光アレイパターンを有する受光部とを、受光用窓を有するケース内に一体的に収容してなり、光学式エンコーダに



投光用光学系と共に組み込むことで、透過型読取器を構成可能とした受光用光学系モジュール。

【請求項14】受光部が、一群の目盛り線像に対応するスリットパターンを有する遮光板と、遮光板の背後にあってスリットパターンを透過した光線を受光する受光素子とを含み、スリットパターンから受光素子を露出させることで受光アレイパターンが形成される、請求項13に記載の受光用光学系モジュール。

【請求項15】受光部を構成する遮光板は受光素子から分離して着脱可能とされている、請求項10、12、又は14のいずれかに記載のモジュール。

【請求項16】投受光兼用レンズを物体側テレセントリックレンズで構成してなる同軸型光学系を含む反射型光学読取器に適用されるエンコーダ用目盛り板であって、目盛り線が鏡面反射面とされかつ目盛り線間領域が粗面とされている、または、目盛り線が粗面、目盛り線間領域が鏡面反射面とされている、光学式エンコーダ用目盛り板。

【請求項17】目盛り線が円に沿って刻まれている、請求項16に記載の光学式エンコーダの目盛り板。

【請求項18】目盛り線が直線に沿って刻まれている、請求項16に記載の光学式エンコーダの目盛り板。

【請求項19】テレセントリック光学系として1枚ものの非球面レンズが使用され、レンズの厚さ(T)と焦点距離(F)との間には、 $T > 1.2F$ の関係が規定されている、請求項2又は4に記載の光学式エンコーダ。

【請求項20】テレセントリック光学系として1枚ものの非球面レンズが使用され、レンズの厚さ(T)とレンズと目盛り板との距離(S)との間には、 $1.2T > S > 0.8T$ の関係が規定されている、請求項2又は4に記載の光学式エンコーダ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、光学式エンコーダに係り、特に、テレセントリック光学系を採用することにより、高い組付精度を不要として低コスト製作を可能とした光学式エンコーダに関する。

【0002】

【従来の技術】

周知の如く、この種の光学式エンコーダは、所定の移動方向に沿って目盛り線が刻まれた目盛り板と、目盛り板上の目盛り線を光学的に読み取る光学読取器とを含んでいる。検出対象物の動きと連動して、目盛り板と光学読取器とが相対移動すると、光学読取器からは対応する電気信号が出力される。

【0003】

目盛り板の形態は、ロータリエンコーダの場合とリニアエンコーダの場合とでは相違する。ロータリエンコーダの場合、目盛り板としては回転ディスクが採用され、目盛り板と光学読取器とは円周方向に相対移動可能に支持される。リニアエンコーダの場合、目盛り板としては細長い板（『スケール』等と呼ばれる）が使用され、目盛り板と光学読取器とは直線方向に相対移動可能に支持される。

【0004】

目盛り板上に刻まれる目盛り線の有する意味は、インクリメント式エンコーダの場合とアブソリュート式エンコーダの場合とでは相違する。インクリメント式エンコーダの場合、目盛り板上には等ピッチで1若しくは2列以上に亘り目盛り線が刻まれる。目盛り板と光学読取器とが相対移動すると、光学読取器からは移動距離または回転角度に対応する個数の単相又は多相パルス列が出力される。一般的な例においては、光学読取器からは90°の位相差を有する2相パルス列が出力される。アブソリュート式エンコーダの場合、目盛り板上の各列にはその絶対位置を示す多ビットコードに相当する目盛り線が刻まれる。目盛り板と光学読取器とが相対移動すると、光学読取器からは移動位置または回転角を直接的に示す多ビットコードが出力される。一般的な例においては、目盛り板上に刻まれる多ビットコードとしてはグレイコードが採用される。

## 【0005】

目盛り板上に目盛り線を刻む手法は、光学読取器の形式が透過式か反射式かにより相違する。光学読取器の形式が透過式の場合、金属等の遮光性板にスリットをエッチングによって抜いたり、遮光性被膜を有するガラス板にエッチング処理を行って線状透明部を出現させる等により、目盛り線が目盛り板に刻まれる。光学読取器の形式が反射式の場合、金属製被膜をガラス板に蒸着して鏡面反射部を形成し、その後エッチング処理を行って線状透明部を出現させたり、素材板表面にコントラストの高い印刷処理を行う等により、目盛り線が目盛り板に刻まれる。高精度の位置検出が要求される用途の場合、目盛り線の刻みピッチは数10 $\mu$ m～数100 $\mu$ mとなる。

## 【0006】

光学読取器は、投光用光源からの光を目盛り板に照射する投光用光学系と、目盛板からの光を受光部へと結像させる受光用光学系とを有する。透過型光学読取器の場合、投光用光源を含む投光用光学系と受光部を含む受光用光学系とは目盛り板を挟んで対向配置される。反射型光学読取器の場合、投光用光源を含む投光用光学系と受光部を含む受光用光学系とは目盛り板の一方の側にまとめて配置される。

## 【0007】

なお、目盛り板上の目盛り線ピッチと投光用光源となる半導体レーザの光波長との間に一定の相関のある高精細検出領域にあっては、回折干渉を利用した検出方式も採用される。

## 【0008】

## 【発明が解決しようとする課題】

この種の光学式エンコーダにおいて、高精度の位置計測を可能とするためには、目盛り板と光学読取器とが相対的に移動する過程において、受光用光学系を介して受光面上に常に明瞭な目盛り線像を結像させ続けなければならない。

## 【0009】

しかし、透過型光学式エンコーダの受光用光学系としては比較的に被写界深度の浅いレンズが使用されるため、ロータリエンコーダにおいて過大な軸負荷がかかったり、回転ディスクがバタツキを起こして、目盛り板と光学読取器との距離が変動すると、直ちに、受光面上に結像される目盛り線像の明瞭度や大きさも変動して、光学読取器の出力信号中にノイズ成分が現れ、その結果、アブソリュート式又はインクリメント式のいずれを問わず、検出精度が低下する。

## 【0010】

また、透過型光学読取器を採用したインクリメント式エンコーダの場合、目盛り板上の隣接スリット（目盛り線）からの迷光の影響を排除するためには、目盛り板と遮光板との間隙を厳密に管理せねばならず、高い組付精度が必要となってコストアップが招来される。

## 【0011】

図21は、従来用いられていた透過型ロータリエンコーダの構造を示す図であり、図22は図21中にて一点鎖線の円Yにより示される要部を説明の便宜上拡大したものである。それらの図において、802は発光ダイオード（LED）、801は発光ダイオード（LED）のケース、803は回転ディスク、804は遮光板、805は受光素子、806は受光素子を搭載するための基板、そして807はロータリエンコーダのケースをそれぞれ表している。

## 【0012】

図22の拡大図にて示されるように、目盛り板（回転ディスク803）と遮光板804との間隙Cが極めて狭いため、上述するような問題に加えて、ロータリエンコーダの場合には、過大な軸負荷がかかって回転ディスク803が傾いたりすると、回転ディスク803が受光部（遮光板804及び受光素子805）に擦れて破損が生じてしまう。

## 【0013】

一方、反射型光学読取器を採用したエンコーダとしては回折干渉反射型のリニアエンコーダが存在するが、その検出原理から目盛り線のピッチはレーザの波長との関係で細かくせざるを得ず、多様なピッチ（分解能）に対応できない。加えて、特殊なスケールが必要と

なり、汎用性に欠ける。

【0014】

他方、投光用光軸と受光用光軸とを独立に有する反射型光学読取器を採用したエンコーダの場合には、それら2本の光軸は目盛り板の法線に対して対称的に傾斜するため、目盛り板のバタツキや傾きによる目盛り線像の明瞭度や大きさの変動が激しく、高精度検出用途には実用に供し得ない。

【0015】

この発明は、上述の問題点に着目してなされたものであり、その目的とするところは、高い組付精度を不要として低コストに製作できるようにした光学式エンコーダを提供することにある。

【0016】

この発明の他の目的とするところは、目盛り板と光学読取器との距離が多少変動しても、光学読取器からの出力信号は安定に維持されるようにした光学式エンコーダを提供することにある。

【0017】

この発明の他の目的とするところは、使用される目盛り板の目盛り線ピッチに合わせて僅かの部品を交換するだけで、様々な目盛り線ピッチを有する目盛り板に対応した反射型光学読取器を容易に実現できるようにした汎用性の高い反射型光学読取器モジュールを提供することにある。

【0018】

この発明の他の目的とするところは、使用される目盛り板の目盛り線ピッチに合わせて僅かの部品を交換するだけで、様々な目盛り線ピッチを有する目盛り板に対応した透過型光学式読取器を容易に実現することができるようにした透過型光学読取器モジュールを提供することにある。

【0019】

この発明の他の目的とするところは、上述の光学式エンコーダや反射型光学読取器モジュールに好適であり、高精細ピッチに容易に対応が可能な目盛り板を提供することにある。

【0020】

この発明のさらに他の目的並びに作用効果については、以下の明細書の記載を参照することにより、当業者であれば容易に理解されるであろう。

【0021】

【課題を解決するための手段】

この発明の光学式エンコーダは、所定方向に沿って目盛り線が刻まれた目盛り板と、目盛り板上の目盛り線を光学的に読み取る光学読取器とを含み、目盛り板と光学読取器との相対移動に伴って、光学読取器から対応する電気信号が出力される。光学読取器は、投光用光源からの光を目盛り板に照射する投光用光学系と、目盛り板からの光を受光部へと結像させる受光用光学系とを有する。さらに、本発明の要点であるが、受光用光学系がテレセントリック光学系で構成される。

【0022】

斯かる構成は、透過型／反射型、ロータリ式／リニア式、インクリメント式／アブソリュート式の別を問わず、様々な形式の光学式エンコーダに適用が可能である。ここで、『テレセントリック光学系』とは、周知の如く、レンズの焦点位置にピンホール板を配置することにより、レンズに入射する平行光のみが結像に寄与するようにした光学系である。

【0023】

以上の構成によれば、受光用光学系としてテレセントリック光学系が採用されているため、目盛り板と光学読取器との相対移動の過程で、例えばロータリエンコーダにおいて過大な軸負荷がかかったり、回転ディスクがバタツキを起こして、目盛り板と光学読取器との距離が多少変動したとしても、受光面上に結像される目盛り線像は常に一定の明瞭な状態に維持され、光学読取器から出力される電気信号にノイズ成分が含まれることがないため、この電気信号に基づいて信頼性の高い位置検出が可能となる。

## 【0024】

本発明の光学式エンコーダは透過型として実施してもよい。その場合には、目盛り板上の目盛り線は透光性を有するものとされ、かつ光学読取器としては投光用光学系と受光用光学系とを目盛り板を挟んで同軸に対向配置してなる透過型光学読取器が採用される。また、投光用光学系には、投光用光源からの光を目盛り板の一方側の面に、一群の目盛り線が含まれるようにスポット照射するものが含まれ、さらに、受光用光学系には、目盛り板の他方側の面に透過する光を集光する受光側レンズと、受光側レンズ前方の焦点位置に配置されるピンホール板と、ピンホール板通過後の光線の結像位置に配置され、一群の目盛り線像に対応する受光アレイパターンを有する受光部とが含まれる。ここで、『受光アレイパターン』とは、よく知られているように、微小な線状受光領域を、目盛り板上の目盛り線配列に整合するように、複数個一連に配列してなるパターンのことである。

## 【0025】

このような構成によれば、受光用光学系には、目盛り板の他方側の面に透過する光を集光する受光側レンズと、受光側レンズ前方の焦点位置に配置されるピンホール板とからなるテレセントリック光学系が組み込まれているため、目盛り板と光学読取器との相対移動の過程で、例えばロータリエンコーダにおいて過大な軸負荷がかかったり、回転ディスクがバタツキを起こして、目盛り板と光学読取器との距離が多少変動したとしても、先に述べたテレセントリック光学系の作用により、信頼性の高い位置検出が可能となる。また、上記ピンホール板はモジュールケースとは別部材で構成し組み込んでも、モジュールケースの一部として一体化させて構成しても、どちらでもよい。

## 【0026】

加えて、目盛り板を透過する光線のうちで、光軸と平行でない迷光成分についてはテレセントリック光学系の作用によって受光面への結像には寄与しなくなるため、受光用光学系と目盛り板との間隙を厳密に管理せずとも、迷光が出力電気信号に与える影響を排除することができる。その結果、製造に当たっての組付精度の要求が緩和されることにより、その分だけコストダウンが可能となる。

## 【0027】

上記の透過型光学式エンコーダにおいては、受光部が、一群の目盛り線像に対応するスリットパターンを有する遮光板と、遮光板の背後にあってスリットパターンを透過した光線を受光する受光素子とを含み、スリットパターンから受光素子を露出させることで受光アレイパターンが形成されるようにしてもよい。

## 【0028】

このような構成によれば、製品毎に目盛り板上の目盛り線パターンが異なるような場合にも、各目盛り板の目盛り線パターンに合致したスリットパターンを有する遮光板を用意すれば、遮光板を取り替えるだけで、様々な製品仕様に対応することができ、部品点数の減少により一層のコストダウンが可能となる。

## 【0029】

本発明の光学式エンコーダは反射型として実施してもよい。その場合には、目盛り板上の目盛り線は反射性を有するものとされ、かつ光学読取器としては同軸型光学系を含む反射型光学読取器が採用される。また、同軸型光学系には、投光用光源と、投光用光源からの光を平行光として目盛り板に、一群の目盛り線が含まれるようにスポット照射すると共に、目盛り板からの反射光を集光する投受光兼用の対物レンズと、前記対物レンズから戻る復路光の結像位置に配置され、一群の目盛り線像に対応する受光アレイパターンを有する受光部と、前記投光用光源からの往路光を前記対物レンズに向かわせるとともに、前記対物レンズから戻る復路光を前記受光アレイパターンを有する受光部に向かわせる光分離器と、前記光分離器を経由して分離された復路光の光路前方の対物レンズ焦点位置に配置されるピンホール板と、が含まれる。

## 【0030】

このような構成によれば、同軸型光学系には、投光用光源からの光を平行光線として目盛り板に一群の目盛り線が含まれるようにスポット照射すると共に、目盛り板からの反射光

を集光する投受光兼用の対物レンズと、投光用光源から対物レンズに向かう往路光と対物レンズから戻る復路光とを分離する光分離器と、光分離器を経由して分離された復路光の光路前方の対物レンズ焦点位置に配置されるピンホール板とからなるテレセントリック光学系が組み込まれているため、目盛り板と光学読取器との相対移動の過程で、例えばロータリエンコーダにおいて過大な軸負荷がかかったり、回転ディスクがバタツキを起こして、目盛り板と光学読取器との距離が多少変動したとしても、先に述べたテレセントリック光学系の作用により、信頼性の高い位置検出が可能となる。また、上記ピンホール板はモジュールケースとは別部材で構成し組み込んでも、モジュールケースの一部として一体化させて構成しても、どちらでもよい。

#### 【0031】

加えて、目盛り板から反射する光線のうちで、光軸と平行でない迷光成分についてはテレセントリック光学系の作用によって受光面への結像には寄与しなくなるため、反射型光学読取器と目盛り板との間隙を厳密に管理せずとも、迷光が出力電気信号に与える影響を排除することができる。その結果、製造に当たっての組付精度の要求が緩和されることにより、その分だけコストダウンが可能となる。また、投光用光源についても、平行光を発することが不要となる。従って、従来の透過型エンコーダで必要であった点光源LED、レンズ付きLED、或いはレーザダイオード(LED)と言った高価な発光部品を使用せずとも、普通のLEDの使用が可能となり、この点からもコストダウンが可能となる。さらに、投受光兼用の対物レンズ並びに光分離器(ハーフミラー等)による光軸折曲構造を採用したことにより、光学読取器の小型化を実現することができる。

#### 【0032】

上記の反射型光学式エンコーダにおいても、受光部が、一群の目盛り線像に対応するスリットパターンを有する遮光板と、遮光板の背後にあってスリットパターンを透過した光線を受光する受光素子とを含み、スリットパターンから受光素子を露出させることで受光アレイパターンが形成されるようにしてもよい。

#### 【0033】

このような構成によれば、製品毎に目盛り板上の目盛り線パターンが異なるような場合にも、各目盛り板の目盛り線パターンに合致したスリットパターンを有する遮光板を用意すれば、遮光板を取り替えるだけで、様々な製品仕様に対応することができ、部品点数の減少により一層のコストダウンが可能となる。

#### 【0034】

上記の反射型光学式エンコーダにおいては、目盛り板上の目盛り線領域は鏡面とされかつ目盛り線と目盛り線との間領域は粗面としてもよい。

#### 【0035】

このような構成によれば、同軸型光学系を採用した光学読取器に適用した場合、テレセントリック光学系の作用により、目盛り板の鏡面部分で正反射した反射光以外は、受光面への結像には寄与しないため、目盛り板上の粗面部分と鏡面部分とに対応して、極めて明瞭な目盛り線像を受光面に結像させることができる。目盛り板の素材として薄い金属板を使用するような場合、その表面を鏡面部分を残して選択的にエッチングで粗面化することで、さほど素材板の強度を損ねることなく、所望の目盛り線パターンを形成することができる。そのため、この鏡面と粗面との組み合わせによる目盛り板によれば、従前の打ち抜き加工による目盛り板の場合に比べてより精細な目盛り線ピッチへの対応が可能となる利点がある。

#### 【0036】

尚、上記目盛り板に鏡面部と粗面部を形成するにあたり、上述したように鏡面金属板の表面にエッチングを行うことにより粗面部を形成してもよいし、鏡面金属板をレーザハーフ加工することにより粗面部を形成してもよい。

#### 【0037】

上記の透過型又は反射型光学式エンコーダにおいては、目盛り板と光学読取器とが相対的に直線運動可能に支持される、ようにしてもよい。このような構成によれば、小型、高精

度、高信頼性を有するリニアエンコーダを低コストに実現することのできる。

【0038】

上記の透過型又は反射型光学式エンコーダにおいては、目盛り板と光学読取器とが相対的に回転運動可能に支持される、ようにしてもよい。このような構成によれば、小型、高精度、高信頼性を有するロータリエンコーダを低コストに実現することのできる。

【0039】

上述の反射型光学式エンコーダを構成する反射型光学読取器はモジュール化して汎用部品とすることができる。すなわち、本発明の反射型光学読取器モジュールは、投光用光源と、投光用光源からの光を平行光として目盛り板に、一群の目盛り線が含まれるようにスポット照射すると共に、目盛り板からの反射光を集光する投受光兼用の対物レンズと、前記対物レンズから戻る復路光の結像位置に配置され、一群の目盛り線像に対応する受光アレイパターンを有する受光部と、前記投光用光源からの往路光を前記対物レンズに向かわせるとともに、前記対物レンズから戻る復路光を前記受光アレイパターンを有する受光部に向かわせる光分離器と、光分離器を経由して分離された復路光の光路前方の対物レンズ焦点位置に配置されるピンホール板と、を投受光兼用窓を有するケース内に一体的に収容してなり、光学式エンコーダに組み込み可能とされる。

【0040】

このような構成によれば、ケース内において各光学部品が所定位置に位置決めされていれば、ケースと回転ディスクやスケールとの位置決めは比較的ラフでよいため、反射型光学読取器モジュールをケースごとに取り付けるだけで、所望の反射型光学式エンコーダを容易かつ迅速に製作することができる。

【0041】

上記の反射型光学読取器モジュールにおいては、受光部が、一群の目盛り線像に対応するスリットパターンを有する遮光板と、遮光板の背後にあってスリットパターンを透過した光線を受光する受光素子とを含み、スリットパターンから受光素子を露出させることで受光アレイパターンが形成される、ようにしてもよい。

【0042】

このような構成によれば、投光用光源、対物レンズ、光分離器、ピンホール板、受光素子等は共通のままで、遮光板に対応するスリットパターンを有するものに変更するだけで、様々な精度、検出レンジ、サイズを有する反射型光学式エンコーダへの対応が可能となる。

【0043】

上述の透過型光学式エンコーダを構成する透過型光学読取器はモジュール化して汎用部品とすることができる。すなわち、本発明の透過型光学読取器モジュールは、投光用光源と、投光用光源からの光を目盛り板の一方側の面に、一群の透光性目盛り線が含まれるようにスポット照射する投光側レンズとを含む投光用光学系と、目盛り板の他方側の面に透過する光を集光する受光側レンズと、受光側レンズの光軸前方の焦点位置に配置されるピンホール板と、ピンホール板通過後の光線の結像位置に配置され、一群の目盛り線像に対応する受光アレイパターンを有する受光部とを含む受光用光学系とを、目盛り板が挿入される空隙部を挟んで投光用光学系収容部と受光用光学系収容部とが対向配置されるケース内に一体的に収容してなり、光学式エンコーダに組み込み可能とされる。

【0044】

このような構成によれば、ケース内において各光学部品が所定位置に位置決めされていれば、ケースと回転ディスクやスケールとの位置決めは比較的ラフでよいため、透過型光学読取器モジュールをケースごとに取り付けるだけで、所望の透過型光学式エンコーダを容易かつ迅速に製作することができる。

【0045】

上記の透過型光学読取器モジュールにおいては、受光部が、一群の目盛り線像に対応するスリットパターンを有する遮光板と、遮光板の背後にあってスリットパターンを透過した光線を受光する受光素子とを含み、スリットパターンから受光素子を露出させることで受

光アレイパターンが形成される、ようにしてもよい。

【0046】

このような構成によれば、投光用光源、受光側レンズ、ピンホール板、受光素子等は共通のままで、遮光板を対応するスリットパターンを有するものに変更するだけで、様々な精度、検出レンジ、サイズを有する透過型光学式エンコーダへの対応が可能となる。

【0047】

上述の透過型光学式エンコーダを構成する透過型光学読取器は受光用光学系のみをモジュール化して汎用部品とすることもできる。すなわち、本発明の受光用光学系モジュールは、透光性目盛り線が刻まれた目盛り板を透過する光を集光する受光側レンズと、受光側レンズの光軸前方の焦点位置に配置されるピンホール板と、ピンホール板通過後の光線の結像位置に配置され、一群の目盛り線像に対応する受光アレイパターンを有する受光部とを、受光用窓を有するケース内に一体的に収容してなり、光学式エンコーダに投光用光学系と共に組み込むことで、透過型読取器を構成可能とされる。

【0048】

このような構成によれば、ケース内において各光学部品が所定位置に位置決めされていれば、ケースと回転ディスクやスケールとの位置決め、並びに、ケースと投光用光学系との位置決めは比較的ラフでよいから、受光用光学系モジュールをケースごとに取り付け、併せて投光用光学系を組み合わせるだけで、所望の透過型光学式エンコーダを容易かつ迅速に製作することができる。

【0049】

上記の受光用光学系モジュールにおいても、受光部が、一群の目盛り線像に対応するスリットパターンを有する遮光板と、遮光板の背後にあってスリットパターンを透過した光線を受光する受光素子とを含み、スリットパターンから受光素子を露出させることで受光アレイパターンが形成される、ようにしてもよい。このとき、上述の各モジュールにおいて、受光部を構成する遮光板を受光素子から分離して着脱可能とすれば、汎用性並びに組立容易性が向上する。

【0050】

本発明の光学式エンコーダ用目盛り板は、投受光兼用レンズを物体側テレセントリックレンズで構成してなる同軸型光学系を含む反射型光学読取器に適用されるエンコーダ用目盛り板であって、目盛り線が鏡面反射面とされかつ目盛り線間領域が粗面とされている、または、目盛り線が粗面とされかつ目盛り線間領域が鏡面反射面とされている。

【0051】

このような構成によれば、同軸型光学系を採用した光学読取器に適用した場合、テレセントリック光学系の作用により、目盛り板の鏡面部分で正反射した反射光以外は、受光面への結像には寄与しないため、目盛り板上の粗面部分と鏡面部分とに対応して、極めて明瞭な目盛り線像を受光面に結像させることができる。目盛り板の素材として薄い金属板を使用するような場合、その表面を鏡面部分を残して選択的にエッチングで粗面化することで、さほど素材板の強度を損ねることなく、所望の目盛り線パターンを形成することができる。そのため、この鏡面と粗面との組み合わせによる目盛り板によれば、素材板の強度を損ねることなくより精細な目盛り線ピッチへの対応が可能となる利点がある。

【0052】

上記の光学式エンコーダ用目盛り板において、目盛り線が円に沿って刻まれるようにすれば、ロータリエンコーダに好適である。また、上記の光学式エンコーダ用目盛り板において、目盛り線が直線に沿って刻まれるようにすれば、リニアエンコーダに好適である。

【0053】

光学式エンコーダにおいて、テレセントリック光学系として1枚ものの非球面レンズが使用され、レンズの厚さ(T)と焦点距離(F)との間には、 $T > 1.2F$ の関係が規定されているようにすれば、受光面上に結像される目盛り線パターンの鮮明度が良好となる。

【0054】

光学式エンコーダにおいて、テレセントリック光学系として1枚ものの非球面レンズが使

用され、レンズの厚さ（ $T$ ）とレンズと目盛り板との距離（ $S$ ）との関係には、 $1.2T > S > 0.8T$ の間が規定されているようにすれば、受光面上に結像される目盛り線パターンの鮮明度が良好となる。

【0055】

【発明の実施の形態】

以下に、本発明に係る光学式エンコーダの好適な実施の一形態を添付図面を参照して詳細に説明する。

【0056】

先に述べたように、本発明の光学式エンコーダは、所定方向に沿って目盛り線が刻まれた目盛り板と、目盛り板上の目盛り線を光学的に読み取る光学読取器とを有する。目盛り板と光学読取器とが相対的に移動すると、光学読取器からは対応する電気信号が出力される。光学読取器は、投光用光源からの光を目盛り板に照射する投光用光学系と、目盛り板からの光を受光部へと結像させる受光用光学系とを含んでいる。加えて、重要な点であるが、受光用光学系にはテレセントリック光学系が採用される。

【0057】

光学読取器としては、透過型のものと反射型のものとが存在する。特に、この実施形態にあっては、光学読取器を構成する各種の光学部品等を一体的にケースに組み込んだ光学読取器モジュールが採用される。後述するように、この光学読取器モジュールは、僅かな部品を交換するだけで、様々な製品仕様を有する光学式エンコーダに共用可能とされている。

【0058】

光学読取器モジュールの一例である反射型光学読取器モジュール1の外観斜視図が図1に示されている。同図に示されるように、反射型光学読取器モジュール1は合成樹脂製のモジュールケース101を有する。モジュールケース101の外形は略矩形とされ、その左右両側面101a、101bにはネジ孔103a、103bを有する鐔状の取付用ブラケット102a、102bが一体的に形成されている。モジュールケース101の目盛り板と対向する先端面101cには、投受光兼用窓104が明けられており、この投受光兼用窓104からはモジュールケース101に内蔵された後述する対物レンズ106が臨んでいる。なお、矩形の窪み105は樹脂成型品のヒケ止めの肉盗み部である。

【0059】

反射型光学読取器モジュール1の構造を示す説明図が図2に示されている。なお、同図（a）は正面図、同図（b）は同図（a）におけるA-A線断面図、同図（c）は平面図である。

【0060】

主として図2（b）に示されるように、反射型光学読取器モジュール1のモジュールケース101内には、光学読取器として機能する同軸型光学系の各構成部品が組み込まれている。すなわち、モジュールケース101の内部には、モジュールケース101を前後方向（図中上下方向）に貫通する空所が形成され、この空所は前部室113と中間部室114と後部室115とに分割されている。そして、前部室113には対物レンズ106が、中間部室114には光分離器として機能するハーフミラー108が、後部室115には投光用光源として機能する発光ダイオード（LED）107がそれぞれ所定の姿勢で収容されている。また、中間部室114の側方には、モジュールケース101側面に抜ける別の空所が形成され、この空所は内側室116と外側室117とに分割されている。中間部室114と側方通路上の内側室116との境界部分には、中央にピンホールを有するピンホール板109が配置され、さらに外側室117には受光部を構成する遮光板110と受光素子であるフォトダイオード（PD）111との重ね合せ体が収容される。なお、図において、符号107aが付されているのは発光ダイオード107を搭載する基板、符号111aが付されているのは受光素子111を搭載する基板である。

【0061】

対物レンズ106はこの例では合成樹脂にて製作された一枚ものの非球面レンズが使用さ



れ、前部室113内に圧入、接着等の手法にて固定される。投光用光源として機能する発光ダイオード107としては、レンズ付き等ではない安価な普通の発光ダイオードを使用することができる。この発光ダイオード107は、後部室115内に挿入された状態で基板107aを介してモジュールケース101に固定される。中間部室114内に収容されたハーフミラー108は、発光ダイオード107から対物レンズ106へ向かう光は通過させるものの、対物レンズ106から発光ダイオード107へと戻る光については反射する性質を有する。このハーフミラー108の反射面は、発光ダイオード107と対物レンズ106とを結ぶ光軸に対して45度の傾きを有している。ピンホール板109は、対物レンズ106の焦点位置に配置されている。そのため、対物レンズ106に入射する光線のうちで、対物レンズ106の光軸に対して平行な成分のみが、ピンホール板109のピンホールを通過することができる。換言すれば、対物レンズ106に入射する光のうちで、その光軸に対して傾斜した成分については、ピンホール板109のピンホールを通過できないから、受光面上への結像には寄与しない。遮光板110には、スリット列パターンが形成されている。このスリット列パターンのスリットピッチは、図示しない目盛り板上の目盛り線配列パターンにおける目盛り線ピッチに対応する。遮光板110の背後に位置する受光素子111の受光面は、遮光板110のスリット列パターンに対応して露出されるから、これにより受光部を構成する受光アレイパターンが具現化される。受光素子111の受光面は遮光板110の背面と対面した状態で外側室117に収容され、基板111aを介してケース101に固定される。受光素子搭載基板111aとケース101との固定は、この例では、基板111aに明けられた嵌合孔にケース側の突起112a, 112bを嵌入することで行われる。

#### 【0062】

このような構成であるから、上述の反射型光学読取器モジュール1によれば、任意の目盛り線ピッチを有する目盛り板に対しては、基板111aごと受光素子111を取り除いたのち、外側室117から遮光板110を取り出して、これに対応するスリットピッチを有するものと交換するだけで対応することができるから、様々な製品仕様を有する光学式エンコーダに対して、殆どの部品を共用してコストダウンを図ることができる。

#### 【0063】

上述の反射型光学読取器モジュール1において、ピンホール板109はモジュールケース101とは別体として構成され反射型光学読取器モジュール内に組み込まれているが、本発明の反射型光学読取器モジュールの他の実施形態として、ピンホール板109をモジュールケース101の一部として一体化させて構成してもよい。その実施例が図3に示されている。尚、同図において、反射型光学読取器モジュールの構成要素は図2(b)とほぼ同じであるため、同じ符号を用いて説明は省略する。図3にて示される反射型光学読取器モジュール1と図2(b)における反射型光学読取器モジュール1との違いは、ピンホール119がモジュールケース101の一部として一体化されて構成されていることである。

#### 【0064】

次に、上記反射型光学読取器モジュール1の光学系全体のみを取り出して示す構成図が図4に示されている。同図に示されるように、この反射型光学読取器は同軸型光学系を含んでいる。この同軸型光学系は、投光用光源として機能する発光ダイオード107と、発光ダイオード107からの光を平行光線として目盛り板2に一群の目盛り線が含まれるようにスポット照射すると共に、目盛り板2からの反射光を集光する投受光兼用の対物レンズ106と、発光ダイオード107から対物レンズ106に向かう往路光と対物レンズ106から戻る復路光とを分離する光分離器として機能するハーフミラー108と、ハーフミラー108を経由して分離された復路光の光路前方の対物レンズ焦点位置に配置されるピンホール板109と、ピンホール板通過後の復路光の結像位置に配置され一群の目盛り線像に対応する受光アレイパターンを有する受光部118とを含んでいる。ここで、先に述べたように、受光部118は、一群の目盛り線像に対応するスリット列パターンを有する遮光板110と、遮光板110の背後にあってスリットパターンを透過した光線を受光す

る受光素子 111 とを含んでいる。スリットパターンから受光素子 111 を露出させることで受光アレイパターンが形成される。なお、受光アレイパターンは、微小な受光素子を複数個基板上に配列しても形成することができる。

【0065】

尚、上述した図 4 にて示される反射型光学読取器の光学系において、図示しないが、発光ダイオード 107 と、ピンホール板 109 及び受光部 118 との位置関係を入れ替えて設置することも可能である。そのような構成にしても、光分離器としてのハーフミラー 108 の周知の特性により、発光ダイオード 107 から対物レンズ 106 に向かう往路光を反射させ対物レンズに照射し、対物レンズ 106 から戻る復路光を通過させピンホール板 109 を介して受光部 118 に結像させ、同様の結果を得ることが可能である。

【0066】

周知の如く、目盛り板 2 の具体的な形態は、ロータリエンコーダカリニアエンコーダかにより相違する。目盛り板 2 の構成を示す説明図が図 14 に示されている。同図 (a) に示されるように、ロータリエンコーダに使用される回転ディスク 2a の場合、目盛り線は 1 列若しくは 2 列以上に亘り、同心円に沿って放射状に配列される。同図 (b) に示されるように、リニアエンコーダに使用されるスケール 2b の場合、目盛り線は 1 列若しくは 2 列以上に亘り、直線に沿って平行に配列される。

【0067】

なお、先に説明したように、目盛り板上に目盛り線を刻む手法は、光学読取器の形式が透過式か反射式かにより相違する。光学読取器の形式が透過式の場合、金属等の遮光性板にスリットを打ち抜いたり、遮光性被膜を有するガラス板にエッチング処理を行って線状透明部を出現させる等により、目盛り線が目盛り板に刻まれる。光学読取器の形式が反射式の場合、金属製被膜をガラス板に蒸着して鏡面反射部を形成し、その後エッチング処理を行って線状透明部を出現させたり、素材板表面にコントラストの高い印刷処理を行う等により、目盛り線が目盛り板に刻まれる。高精度の位置検出が要求される用途の場合、目盛り線の刻みピッチは数 10  $\mu\text{m}$  ～ 数 100  $\mu\text{m}$  となる。

【0068】

本発明者等は、テレセントリック式光学系を採用した反射型光学読取器に好適な反射読取用の目盛り板を開発した。図 14 (c) に示されるように、この目盛り板 8 にあっては、目盛り線領域 8a の表面は鏡面とされ、投光用光源からの光を正反射する。一方、相隣接する目盛り線領域 8a と目盛り線領域 8a との中間領域 8b は粗面とされ、投光用光源からの光を乱反射する。目盛り板 8 の素材としては、表面が鏡面状態とされた金属薄板が使用され、その表面を目盛り線領域 8a を残して選択的にエッチング加工することにより粗面化させる。

【0069】

このような構造の目盛り板 8 によれば、垂直に照射される光は目盛り線領域 8a からは正反射して光軸に平行な光線として戻されるので、テレセントリック光学系の作用により、受光面への結像に寄与する。これに対して、目盛り線間領域 8b から戻される光は、乱反射により光軸に平行な成分は極めて少ないので、テレセントリック光学系の作用により、受光面への結像には殆ど寄与しない。その結果、反射型光学読取器モジュール 1 と目盛り板 8 との距離変動に拘わらず、受光面上には、常に明瞭な目盛り線像が結像され、これにより信頼性の高い電気信号が得られる。加えて、この目盛り板 8 によれば、素材板の強度を大きく損ねることがないため、目盛り線ピッチのより一層の微細化に対応することができる。

【0070】

また、目盛り板 8 に目盛り線領域 8a 及び相隣接する目盛り線領域 8a と目盛り線領域 8a との中間領域 8b を形成するにあたり、上述したように、目盛り線領域 8a を鏡面、中間領域 8b を粗面として形成しても、また、目盛り線領域 8a を粗面、中間領域 8b を鏡面としてもよい。更に、目盛り板として用いられる表面が鏡面状態とされた金属薄板に粗面部を形成する際には、鏡面部をエッチングすることにより所定領域に粗面部を形成して

も、また、鏡面金属板にレーザ加工を施すことにより所定領域に粗面部を形成してもよい。

【0071】

図1及び図2に示される反射型光学読取器モジュール1は、幾つかの方法により、ロータリエンコーダのケースに組み込むことができる。第1のモジュール取付方法を採用したロータリエンコーダの構造を示す説明図が図5に、ケースを取り外した状態を示す斜視図が図6にそれぞれ示されている。なお、図5(a)は左側面図、図5(b)は正面図、図5(c)はA-A線断面図である。

【0072】

図5(a)、(b)、及び(c)において、3はインクリメント式の反射型光学式ロータリエンコーダ、301は金属製円筒状のケース、301aはケース端面板、302及び303は軸受け、304は回転軸、305は電気コード、306は金属製のエンコーダ本体部、307は出力回路基板である。また、図6においては図1、図2、及び図5の対応部と同一の符号を付与し説明を省略する。

【0073】

主として図5(c)から明らかなように、回転軸304の突出量を幾分長めとすることにより、回転ディスク2aとエンコーダ本体306との間には空所308が設けられ、この空所308に収まるようにして、反射型光学読取器モジュール1がエンコーダ本体部306にビス等により固定される。本体部306は金属製であるから位置決め精度が良好となり、温度変化による検出部の位置関係の変動も抑制される。このとき、回転ディスク2aの目盛り線表示面はエンコーダ本体306側(図中左側)へと向けられ、反射型光学読取器モジュール1の投受光軸の向きは回転ディスク2aに対して垂直とされる。反射型光学読取器モジュール1の光学系にはテレセントリック光学系が採用されているので、反射型光学読取器モジュール1と回転ディスク2aとの距離については、さほど注意を払う必要はなく、高い組付精度は要求されないから低コストに製作することができる。

【0074】

第2のモジュール取付方法を採用したロータリエンコーダの構造を示す説明図が図7に、ケースを取り外した状態を示す斜視図が図8にそれぞれ示されている。なお、図7(a)は正面図、図7(b)は右側面図、図7(c)はA-A線断面図である。

【0075】

図7(a)、(b)、及び(c)において、上述した図5(a)、(b)、及び(c)にて示される構成要素と同一であるため、同一の符号を付与し説明を省略する。また、図8においては図1、図2、及び図7の対応部と同一の符号を付与し説明を省略する。

【0076】

主として図7(c)から明らかなように、回転軸304の突出量を短めとすることにより、回転ディスク2aとケース端面板301aとの間には空所308が設けられ、この空所308に収まるようにして、反射型光学読取器モジュール1が支持板307にビス等により固定される。このとき、回転ディスク2aの目盛り線表示面はケース端面板301a側(図中右側)へと向けられ、反射型光学読取器モジュール1の投受光軸の向きは回転ディスク2aに対して垂直とされる。この場合にも、反射型光学読取器モジュール1の光学系にはテレセントリック光学系が採用されているので、反射型光学読取器モジュール1と回転ディスク2aとの距離については、さほど注意を払う必要はなく、高い組付精度は要求されないから低コストに製作することができる。

【0077】

本発明は光学式リニアエンコーダにも適用することができる。リニアエンコーダ用の反射型光学読取器モジュールの構造を示す説明図が図9に、リニアエンコーダに対するモジュール取付状態を概略的に示す説明図が図10にそれぞれ示されている。なお、図9(a)は正面図、図9(b)はA-A線断面図、図9(c)は平面図である。

【0078】

それらの図において、2bは目盛り板であるリニアスケール、4は反射型光学読取器モジ

ジュール、401は合成樹脂製のモジュールケース、402a、402bは取付用ブラケット、403a、403bはビス孔、404は投受光兼用窓、405は樹脂成型品のヒケ止めの肉盛り部、406は対物レンズ、407は発光ダイオード(LED)、407aは発光ダイオード搭載基板、408はハーフミラー、409はピンホール板、410は遮光板、411は受光素子であるフォトダイオード(PD)、411aはフォトダイオード搭載基板、412は電気コードである。

#### 【0079】

主として、図9(b)並びに図10から明らかなように、リニアエンコーダに適用する場合であっても、モジュールケース401内の光学部品配置はロータリエンコーダに適用する場合とほぼ同様であり、こうして製作された反射型光学読取器モジュール4はリニアスケール2bと対向しつつ相対移動可能に支持される。このときも、反射型光学読取器モジュール4とリニアスケール2bとの距離は、テレセントリック光学系の作用により比較的ラフに決定することができる。

#### 【0080】

本発明は、透過型光学読取器モジュールとしても具現化することができる。透過型光学読取器モジュールの光学系全体を取り出して示す構成図が図11に示されている。同図に示されるように、この光学系には、投光用光学系と受光用光学系とが含まれている。投光用光学系には、目盛り板(この例では目盛り線はスリット列で構成される)2の一方側の面に一群の目盛り線が含まれるようにスポット光を照射する投光用発光ダイオード(LED)501が含まれている。受光用光学系には、目盛り板2の他方側の面にスリット列を通して透過する光を集光する受光側レンズ502と、受光側レンズ502前方の焦点位置に配置されるピンホール板503と、ピンホール板503通過後の光線の結像位置に配置され一群の目盛り線像に対応する受光アレイパターンを有する受光部506とが含まれている。この例にあっても、受光部506は、一群の目盛り線像に対応するスリットパターンを有する遮光板504と、遮光板504の背後にあってスリットパターンを透過した光線を受光する受光素子505とを含み、遮光板504のスリットパターンから受光素子505を露出させることで受光アレイパターンが形成される。

#### 【0081】

このような構成によれば、受光用光学系には、目盛り板2の他方側の面に透過する光を集光する受光側レンズ502と、受光側レンズ502前方の焦点位置に配置されるピンホール板503とからなるテレセントリック光学系が組み込まれているため、目盛り板2と光学読取器との相対移動の過程で、例えばロータリエンコーダにおいて過大な軸負荷がかかったり、回転ディスクがバタツキを起こして、目盛り板2と光学読取器との距離が多少変動したとしても、先に述べたテレセントリック光学系の作用により、信頼性の高い位置検出が可能となる。

#### 【0082】

加えて、目盛り板2を透過する光線のうちで、光軸と平行でない迷光成分についてはテレセントリック光学系の作用によって受光面への結像には寄与しなくなるため、受光用光学系と目盛り板との間隙を厳密に管理せずとも、迷光が出力電気信号に与える影響を排除することができる。その結果、製造に当たっての組付精度の要求が緩和されることにより、その分だけコストダウンが可能となる。

#### 【0083】

図11の光学系を採用した透過型光学読取器モジュールの構造を概略的に示す説明図が図12に示されている。同図に示されるように、この透過型光学読取器モジュール5は、目盛り板2の一方側の面に一群のスリット列が含まれるようにスポット光を照射する投光用発光ダイオード(LED)501を含む投光用光学系と、目盛り板2の他方側の面に透過する光を集光する受光側レンズ502と、受光側レンズ502の光軸前方の焦点位置に配置されるピンホール板503と、ピンホール板503通過後の光線の結像位置に配置され一群の目盛り線像に対応する受光アレイパターンを有する受光部506とを含む受光用光学系とを有する。上述の投光用光学系と受光用光学系とはケース500に収容される。ケ

ース500は、目盛り板2が挿入される空隙部507を挟んで投光用光学系収容部508と受光用光学系収容部509とを対向配置させた構造を有する。なお、507aは投光用窓、507bは受光用窓である。先程の例と同様に、受光部506は、一群の目盛り線像に対応するスリットパターンを有する遮光板504と、遮光板504の背後にあってスリットパターンを透過した光線を受光する受光素子505とを含み、スリットパターンから受光素子505を露出させることで受光アレイパターンが形成される。

【0084】

このような構成によれば、目盛り板（回転ディスク2a又はリニアスケール2b）2のスリットピッチに対応するスリットピッチを有する遮光板504を選択するだけで、大部分の部品は共用して様々な製品仕様に対応できるから、コストダウンを図ることができる他、投光系光学系と受光系光学系とを一体的に結合しているため、その取り扱いが容易となる。

【0085】

本発明においては、図11に示される光学系のうちの受光用光学系のみをモジュール化することもできる。こうして得られる受光用光学系モジュール6の構造を概略的に示す説明図が図13に示されている。

【0086】

同図において、2は回転ディスクやリニアスケール等の目盛り板、6は受光用光学系モジュール、7は発光ダイオード（LED）、601は合成樹脂製のモジュールケース、602は受光用窓、603は光軸折り曲げ用のミラー、604は受光側レンズ、605はピンホール板、606は遮光板、607は受光素子、608は受光部である。

【0087】

図から明らかなように、この受光用光学系モジュール6は、透光性目盛り線が刻まれた目盛り板2を透過する光を集光する受光側レンズ604と、受光側レンズ604の光軸前方の焦点位置に配置されるピンホール板605と、ピンホール板605通過後の光線の結像位置に配置され一群の目盛り線像に対応する受光アレイパターンを有する受光部608とを、受光用窓602を有するケース601内に一体的に収容してなり、光学式エンコーダに投光用光学系と共に組み込むことで、透過型読取器を構成可能としている。また、受光部608は、一群の目盛り線像に対応するスリットパターンを有する遮光板606と、遮光板606の背後にあってスリットパターンを透過した光線を受光する受光素子607とを含み、スリットパターンから受光素子607を露出させることで受光アレイパターンが形成される。

【0088】

この受光用光学系モジュール6によれば、前述と同様の理由により、様々な製品仕様を有する透過型光学式エンコーダに柔軟に対応できることに加えて、ミラー603により光軸を折り曲げているため、モジュールの薄型化を実現することができる。

【0089】

次に、図15、16、及び17を参照して反射型光学読取器において、遮光板を反射型光学読取器モジュールに組み込み、目盛り板との位置決めを行う際に好適な手段を説明する。それらの図において、701は反射型光学読取器モジュール、702は位置決め板、703は回転ディスクの回転軸、704は発光ダイオード（LED）、705は受光素子、706はピンホール、707はレンズ、708はハーフミラー、そして709は目盛り板（回転ディスク）である。

【0090】

図17は位置決め板702の外観を示す図であり、同図にて示されるように、位置決め板702は遮光板711である部分と回転軸703を挿入し、嵌合するための挿入孔710を備えた部分が一体化して構成されたものである。この挿入孔710に回転軸703を嵌合することによって図15にて示されるように、遮光板711を反射型光学読取器モジュール701に組み込む際の目盛り板709との位置決めを容易に行うことができる。そして、位置決めが完了した後に、図17にて点線S-Sにて示される切断線に沿って不要部

分を切断し、遮光板 711 のみが反射型光学読取器モジュール 701 に組み込まれる。位置決め板 702 の不要部分を切断し、遮光板 711 のみが反射型光学読取器モジュール 701 に組み込まれている状態が図 16 にて示されている。

#### 【0091】

このような位置決め手段を用いることにより、反射型光学読取器モジュールの出力線からの電気信号を見ながら反射型光学読取器モジュール 701 と目盛り板 709 との位置決めを行う必要がなくなる。従って、遮光板 711 を組み込んだ反射型光学読取器モジュール 701 と目盛り板 709 との位置決めを回転軸 703 を介して正確かつ容易に行うことができる。

#### 【0092】

尚、上述の遮光板と目盛り板との位置決め手段は便宜上、反射型光学読取器モジュールに適用したものとして説明したが、もちろん透過型光学読取器モジュールに適用する遮光板と目盛り板との位置決め手段として具現化することが可能であることは言うまでもない。

#### 【0093】

次に、光学読取器を構成する受光素子の出力信号に対する電気的な処理について簡単に説明する。周知の如く、例えば、インクリメント式エンコーダの場合、受光素子から出力される単相又は多相パルス列は、増幅処理並びに波形整形処理されて、矩形パルス列に変換され、これを適宜にカウント等することにより、移動量や位置に相当する情報が得られる。

#### 【0094】

光学式エンコーダ（この例では透過型）の電気的構成を概略的に示す回路図の一例が図 18 に示されている。投光用光源である発光ダイオード（LED）9 からの光は、目盛り板 10 上のスリット列及び遮光板 11 上のスリット列を透過したのち、受光素子であるフォトダイオード（PD）の受光面に照射される。この例では、目盛り板 10 上には、互いに平行若しくは同心円状の 6 列のスリット列が形成されている。最初の 2 列は、A 相に対応するもので、互いに 180 度の位相差を有する 2 列のスリット列にて構成される。次の 2 列は、B 相に対応するもので、これも互いに 180 度の位相差を有する 2 列のスリット列にて構成される。最後の 2 列は、Z 相に対応するもので、これについても互いに 180 度の位相差を有する。A 相を構成する 2 列のスリット列の透過光はそれぞれフォトダイオード 25a, 25b により受光される。B 相を構成する 2 列のスリット列の透過光はそれぞれフォトダイオード 26a, 26b により受光される。Z 相を構成する 2 列のスリット列の透過光はそれぞれフォトダイオード 27a, 27b により受光される。A 相を分担する 2 個のフォトダイオード 25a, 25b の出力電流は、それぞれ I/V 変換器 12a, 12b にて I/V 変換されたのち、差動増幅器 15 を介して変化分が強調される。B 相を分担する 2 個のフォトダイオード 26a, 26b の出力電流は、それぞれ I/V 変換器 13a, 13b にて I/V 変換されたのち、差動増幅器 16 を介して変化分が強調される。Z 相を分担する 2 個のフォトダイオード 27a, 27b の出力電流は、それぞれ I/V 変換器 14a, 14b にて I/V 変換されたのち、差動増幅器 17 を介して変化分が強調される。差動増幅器 15, 16, 17 の各出力は、その後段に配置されたコンパレータ 18, 19, 20 にてそれぞれ二値化されたのち、出力回路 21, 22, 23 を介してドライブレベルに調整され、A 相信号、B 相信号、Z 相信号として外部へと出力される。なお、符号 24 は各回路へ電源を供給する電源回路である。

#### 【0095】

最後に、本発明のエンコーダ用光学読取器に好適なテレセントリック光学系の具体例を開示する。光学系にとって最も重要な点は、目盛り板上の目盛り線パターンを受光面上に鮮明に結像させることである。受光面上の目盛り線パターンの鮮明度は、受光素子からの出力電気信号波形に基づいてモジュレーション値 M を求めることで、定性的な評価が可能となる。すなわち、モジュレーション値 M の値が大きい（最大は「1」）ほど、鮮明度が高いと言える。ここで、受光素子からの出力電気信号波形のピーク値を  $E_{max}$ 、ボトム値を  $E_{min}$  と置くと、モジュレーション値 M は次式で表すことができる。

【0096】

$$M = (E_{\max} - E_{\min}) / (E_{\max} + E_{\min})$$

【0097】

図19(a)の光学モデルに示されるように、レンズとして一枚ものの非球面レンズ(倍率=1)を採用することを前提とし、レンズとピンホールとの距離(焦点距離)をF、レンズの厚さをT、レンズと目盛り板との距離をSと置いて、焦点距離Fとモジュレーション値Mとの関係を考察する。

【0098】

すると、図19(b)の表並びに図19(c)のグラフに示されるように、レンズと目盛り板との距離S並びにレンズ厚さTを5mmに固定したまま、焦点距離Fを3.2, 3.6, 4.0, 5.0と増加させてゆくと、モジュレーション値Mの値は、焦点距離Fがある程度までは一定であるが、F=3.6辺りを越えると低下することが判る。

【0099】

図20(a)の光学モデルに示されるように、レンズとして一枚ものの非球面レンズ(倍率=1)を採用することを前提とし、レンズとピンホールとの距離(焦点距離)をF、レンズの厚さをT、レンズと目盛り板との距離をSと置いて、レンズ厚さTとモジュレーション値Mとの関係を考察する。

【0100】

すると、図20(b)の表並びに図20(c)のグラフに示されるように、レンズと目盛り板との距離Sを5mm、焦点距離を4.7mmにそれぞれ固定したまま、レンズ厚さTを4.0, 5.0, 6.0と増加させてゆくと、モジュレーション値Mの値は、レンズ厚さT=5.0辺りで最大となることが判る。

【0101】

図1～図4に示される同軸型光学系を採用する光学読取器モジュール1を想定すると、ハーフミラー108の配置スペースとの関係で、焦点距離Fはあまり小さくすることはできない。

【0102】

以上からすると、図1～図4に示される同軸型光学系を採用する光学読取器モジュール1を実現し、しかもレンズとして一枚ものの非球面レンズ(倍率=1)を使用することを前提とすると、F=3.6、すなわち、S=T=1.4Fが最適条件であることが結論づけられた。

【0103】

また、図19における考察によりS及びTが5mmである場合、 $F \leq 4\text{mm}$ が好適であることが判る。従って、光学式エンコーダにおいて、テレセントリック光学系として1枚ものの非球面レンズが使用され、レンズの厚さ(T)と焦点距離(F)との関係には、 $T > 1.2F$ の関係が規定されているようにすれば、受光面上に結像される目盛り線パターンの鮮明度が良好となる。

【0104】

更に、図20における考察によりSが5mmであり、Fが4.7mmである場合、Tは5mmが好適であると判る。従って、光学式エンコーダにおいて、テレセントリック光学系として1枚ものの非球面レンズが使用され、レンズの厚さ(T)とレンズと目盛り板との距離(S)との関係には、 $1.2T > S > 0.8T$ の関係が規定されているようにすれば、受光面上に結像される目盛り線パターンの鮮明度が良好となる。

【0105】

【発明の効果】

以上の説明で明らかなように、本発明によれば、高い組付精度を不要として低コストに製作できるようにした光学式エンコーダを提供することができる。

【0106】

また、本発明によれば、目盛り板と光学読取器との距離が多少変動しても、光学読取器からの出力信号は安定に維持されるようにした光学式エンコーダを提供することができる。

## 【0107】

また、本発明によれば、投光用光源として平行光を不要とすることにより、点光源LED、レンズ付きLED、或いはレーザダイオード(LED)と言った高価な発光部品を使用せずとも、普通のLEDを使用して低コストに製作することができるようにした反射型の光学式エンコーダを提供することができる。

## 【0108】

また、本発明によれば、使用される目盛り板の目盛り線ピッチに合わせて僅かの部品を交換するだけで、様々な目盛り線ピッチを有する目盛り板に対応した光学読取器を容易に実現できるようにした汎用性の高い反射型光学読取器モジュールを提供することができる。

## 【0109】

また、本発明によれば、使用される目盛り板の目盛り線ピッチを有する目盛り板に合わせて僅かの部品を交換するだけで、様々な目盛り線ピッチに対応した透過型光学式読取器を容易に実現することができるようにした透過型光学読取器モジュールを提供することができる。

## 【0110】

また、本発明によれば、使用される目盛り板の目盛り線ピッチを有する目盛り板に合わせて僅かの部品を交換するだけで、様々な目盛り線ピッチに対応した透過型光学式読取器を容易に実現することができるようにした受光用光学系モジュールを提供することができる。

## 【0111】

さらに、本発明によれば、上述の光学式エンコーダや反射型光学読取器モジュールに好適であり、高精細ピッチに容易に対応が可能な目盛り板を提供することができる。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】反射型光学読取器モジュールの外観斜視図である。

【図2】反射型光学読取器モジュールの構造を示す説明図である。

【図3】反射型光学読取器モジュールの他の実施形態の構造を示す説明図である。

【図4】反射型光学読取器の光学系全体を示す構成図である。

【図5】第1のモジュール取付方法を採用したロータリエンコーダの構造を示す説明図である。

【図6】第1のモジュール取付方法を採用したロータリエンコーダのケースを取り外した状態を示す斜視図である。

【図7】第2のモジュール取付方法を採用したロータリエンコーダの構造を示す説明図である。

【図8】第2のモジュール取付方法を採用したロータリエンコーダのケースを取り外した状態を示す斜視図である。

【図9】リニアエンコーダ用の反射型光学読取器モジュールの構造を示す説明図である。

【図10】リニアエンコーダに対するモジュール取付状態を概略的に示す説明図である。

【図11】透過型光学読取器の光学系全体を示す構成図である。

【図12】透過型光学読取器モジュールの構造を概略的に示す説明図である。

【図13】受光用光学系モジュールの構造を概略的に示す説明図である。

【図14】目盛り板の構成を示す説明図である。

【図15】遮光板と目盛り板との好適な位置決め手段を説明する図(その1)である。

【図16】遮光板と目盛り板との好適な位置決め手段を説明する図(その2)である。

【図17】遮光板と目盛り板との好適な位置決め手段を説明する図(その3)である。

【図18】光学式エンコーダの電氣的構成を概略的に示す回路図である。

【図19】テレセントリック光学系の各種設計値を示す図(その1)である。

【図20】テレセントリック光学系の各種設計値を示す図(その2)である。

【図21】従来用いられていた透過型ロータリエンコーダの構造を示す説明図である。

【図22】従来用いられていた透過型ロータリエンコーダの要部を拡大した説明図である。



## 【符号の説明】

- 1 反射型光学読取器モジュール
- 2 目盛り板
  - 2 a 回転ディスク
  - 2 b リニアスケール
- 3 光学式ロータリエンコーダ
- 4 反射型光学読取器モジュール（光学式リニアエンコーダ用）
- 5 透過型光学読取器モジュール
- 6 受光用光学系モジュール
- 7 発光ダイオード（LED）
- 8 目盛り板
  - 8 a 鏡面である目盛り線領域
  - 8 b 粗面である目盛り線間領域
- 9 発光ダイオード（LED）
- 10 目盛り板
- 11 遮光板
- 12 a, 12 b, 13 a, 13 b, 14 a, 14 b I/V変換器
- 15, 16, 17 差動増幅器
- 18, 19, 20 コンパレータ
- 21, 22, 23 出力回路
- 24 電源回路
- 101 モジュールケース
  - 102 a, 102 b 取付用ブラケット
  - 103 a, 103 b 取付用ネジ孔
  - 104 投受光兼用窓
  - 105 樹脂成型品のヒケ止めの肉盗み部
  - 106 対物レンズ
  - 107 発光ダイオード（LED）
    - 107 a 発光素子搭載基板
  - 108 ハーフミラー
  - 109 ピンホール板
  - 110 遮光板
    - 111 受光素子（フォトダイオード（PD））
      - 111 a 受光素子搭載基板
    - 112 a, 112 b 突起
  - 113 前部室
  - 114 中間部室
  - 115 後部室
  - 116 内側室
  - 117 外側室
  - 118 受光部
  - 119 ピンホール
- 301 ケース
  - 301 a ケース端面板
- 302, 303 軸受
- 304 回転軸
- 305 電気コード
- 306 エンコーダ本体部
- 307 支持板
- 308 空所

- 4 0 1      モジュールケース
- 4 0 2 a ,    4 0 2 b      取付用ブラケット
- 4 0 3 a ,    4 0 3 b      取付用ネジ孔
- 4 0 4      投受光兼用窓
- 4 0 5      樹脂成型品のヒケ止めの肉盗み部
- 4 0 6      対物レンズ
- 4 0 7      投光用発光ダイオード ( L E D )
- 4 0 7 a      発光素子搭載基板
- 4 0 8      ハーフミラー
- 4 0 9      ピンホール板
- 4 1 0      遮光板
- 4 1 1      受光用フォトダイオード ( P D )
- 4 1 2      電気コード
- 5 0 0      モジュールケース
- 5 0 1      投光用発光ダイオード ( L E D )
- 5 0 2      受光側レンズ
- 5 0 3      ピンホール板
- 5 0 4      遮光板
- 5 0 5      受光用フォトダイオード ( P D )
- 5 0 6      受光部
- 5 0 7      間隙
- 5 0 7 a      投光用窓
- 5 0 7 b      受光用窓
- 5 0 8      投光用光学系収容部
- 5 0 9      受光用光学系収容部
- 6 0 1      モジュールケース
- 6 0 2      受光用窓
- 6 0 3      反射用ミラー
- 6 0 4      受光側レンズ
- 6 0 5      ピンホール板
- 6 0 6      遮光板
- 6 0 7      受光用フォトダイオード ( P D )
- 6 0 8      受光部
- 7 0 1      反射型光学読取器モジュール
- 7 0 2      位置決め板
- 7 0 3      回転ディスクの回転軸
- 7 0 4      発光ダイオード ( L E D )
- 7 0 5      受光素子
- 7 0 6      ピンホール
- 7 0 7      レンズ
- 7 0 8      ハーフミラー
- 7 0 9      目盛り板
- 7 1 0      挿入孔
- 7 1 1      遮光板
- 8 0 1      発光ダイオード ( L E D ) 用ケース
- 8 0 2      発光ダイオード ( L E D )
- 8 0 3      回転ディスク
- 8 0 4      遮光板
- 8 0 5      受光素子
- 8 0 6      受光素子搭載用基板

8 0 7      ロータリエンコーダのケース